

# Reductie van CO<sub>2</sub>-emissies op bedrijventerreinen in Vlaanderen door energiemanagement en energieplanning

Tom Maes

Promotor: prof. dr. ir. G. Van Eetvelde  
Proefschrift ingediend tot het behalen van de graad van  
Doctor in de Stedenbouw en de Ruimtelijke Planning

Vakgroep Civiele Techniek  
Voorzitter: prof. dr. ir. J. De Rouck  
Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur  
Academiejaar 2010 - 2011



ISBN 978-90-8578-436-4  
NUR 903  
Wettelijk depot: D/2011/10.500/40



Examencommissie:

prof. dr. ir. Luc Taerwe (voorzitter)

Universiteit Gent - Decaan Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur

prof. dr. ir. Greet Van Eetvelde (promotor)

Universiteit Gent - Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur - Vakgroep Civiele Techniek -  
Afdeling Mobiliteit en Ruimtelijke Planning - Milieu- en Ruimtebeheer

prof. dr. ir. Lieven Vandevelde

Universiteit Gent - Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur - Vakgroep Elektrische energie,  
Systemen en Automatisering

prof. dr. Chantal Block

Katholieke Universiteit Leuven - Groep Wetenschap & Technologie - Departement Chemische  
Ingenieurstechnieken - Afdeling Toegepaste Fysische Scheikunde en Milieutechnologie

drs. Pieter Vollaard

Hogeschool Zeeland - Lectoraat Duurzaamheid en Water

prof. dr. Georges Allaert

Universiteit Gent - Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur - Vakgroep Civiele Techniek -  
Afdeling Mobiliteit en Ruimtelijke Planning

prof. dr. Frederik Vandendriessche

Universiteit Gent - Faculteit Rechtsgeleerdheid - Vakgroep Publiekrecht

dhr. Patrick Zutterman

West-Vlaamse Intercommunale

Dit doctoraatsonderzoek werd uitgevoerd aan de

Universiteit Gent

Afdeling Mobiliteit en Ruimtelijke Planning

Onderzoeksgroep Milieu- en Ruimtebeheer

met de steun van de West-Vlaamse Intercommunale



Afdeling  
Mobiliteit & Ruimtelijke Planning  
Universiteit Gent





# Inhoudsopgave

<b>Woorden van dank</b>	<b>vii</b>
<b>Ten geleide</b>	<b>ix</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>xiii</b>
<b>Summary</b>	<b>xv</b>
<b>Lijst van afkortingen</b>	<b>xvii</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Klimaatverandering noopt tot actie</b>	<b>1</b>
1.1.1. Ernst van klimaatverandering	1
1.1.2. Actie vanuit bedrijfswereld en overheden	2
<b>1.2. Broeikasgasuitstoot en klimaatbeleid in Vlaanderen</b>	<b>4</b>
1.2.1. Energiegebruik en broeikasgasemissies in Vlaanderen	4
1.2.2. Klimaatbeleid van toepassing op en in Vlaanderen	8
<b>1.3. Inzet van een duurzame energievoorziening</b>	<b>10</b>
1.3.1. Productie van hernieuwbare energie	10
1.3.2. Belang van de reductie van het energiegebruik	10
<b>1.4. Onderzoek op CO2-armere bedrijventerreinen</b>	<b>12</b>
1.4.1. Afbakening onderzoek	12
1.4.2. Onderzoeksmethodiek	13
1.4.3. Doelgroep	14
<b>1.5. Opbouw van het proefschrift</b>	<b>15</b>
<b>2. Duurzame bedrijventerreinen en interbedrijfssamenwerking</b>	<b>19</b>
<b>2.1. Duurzaam ondernemen</b>	<b>19</b>
<b>2.2. Duurzame bedrijventerreinen en interbedrijfssamenwerking</b>	<b>20</b>
<b>2.3. Incentives voor parkmanagement en interbedrijfssamenwerking</b>	<b>21</b>
<b>2.4. Management van interbedrijfssamenwerking en parkmanagement</b>	<b>23</b>

<b>2.5.</b>	<b>Financiering van parkmanagement en interbedrijfssamenwerking</b>	<b>24</b>
<b>2.6.</b>	<b>Ruimtegebruik op duurzame bedrijventerreinen</b>	<b>26</b>
<b>2.7.</b>	<b>Conclusie</b>	<b>27</b>
<b>3.</b>	<b>De ontwikkeling van bedrijventerreinen in Vlaanderen en de introductie van CO2-armere bedrijventerreinen</b>	<b>29</b>
<b>3.1.</b>	<b>De ontwikkeling van bedrijventerreinen in Vlaanderen</b>	<b>29</b>
3.1.1.	De lokalisatie en differentiatie van bedrijventerreinen	29
3.1.2.	De ontwikkeling van een bedrijventerrein	30
<b>3.2.</b>	<b>De Vlaamse regeling inzake CO2-neutrale bedrijventerreinen</b>	<b>32</b>
3.2.1.	Subsidieregeling	32
3.2.2.	Kwaliteitsborging	32
3.2.3.	Subsidiabele kosten voor de (her)aanleg en subsidiebedrag	34
3.2.4.	Toepassingsbereik	35
3.2.5.	Sancties ten aanzien van de terreinbeheerder	35
<b>3.3.</b>	<b>Competitie van CO2-armere tot klimaatbestendige bedrijventerreinen</b>	<b>36</b>
3.3.1.	Evolis Kortrijk	36
3.3.2.	Climate Initiative Oostende	36
3.3.3.	Nederland	37
3.3.4.	Canada	38
3.3.5.	Verenigd Koninkrijk	40
3.3.6.	Bio Base Europe	41
<b>3.4.</b>	<b>Conclusies</b>	<b>42</b>
<b>4.</b>	<b>CO2-neutraliteit en CO2-neutraal energiegebruik op bedrijventerreinen</b>	<b>45</b>
<b>4.1.</b>	<b>CO2-neutraliteit</b>	<b>45</b>
4.1.1.	Het bepalen van de carbon footprint	45
4.1.2.	Definitie van CO2-neutraliteit	50
<b>4.2.</b>	<b>CO2-neutraal energiegebruik</b>	<b>51</b>
4.2.1.	Een duurzame CO2-neutrale energievoorziening	51
4.2.2.	Rationeel energiegebruik in gebouwen	54
4.2.3.	Rationeel energiegebruik in de bedrijfsactiviteit	62
4.2.4.	Hernieuwbare energie	79
4.2.5.	Dienstverleners voor bedrijven inzake rationeel energiegebruik en duurzame energie	96
<b>4.3.</b>	<b>Bouwstenen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen voor een CO2-armere energievoorziening</b>	<b>98</b>
4.3.1.	...voor het ontwerp van het bedrijventerrein	99
4.3.2.	...voor de realisatie van het bedrijventerrein	100

4.3.3.	...voor de uitgifte en het beheer van het bedrijventerrein	100
<b>5.</b>	<b>Stimuleren van energiemaatregelen bij bedrijven door bedrijventerreinontwikkelaars en beheerders</b>	<b>103</b>
<b>5.1.</b>	<b>Uitwerking van de Vlaamse regeling inzake CO2-neutraal elektriciteitsverbruik op bedrijventerreinen</b>	<b>103</b>
5.1.1.	Definitie van een CO2-neutraal bedrijf	104
5.1.2.	Rapportagemodaliteiten	111
5.1.3.	Afdwingen van het CO2-neutraal elektriciteitsverbruik	112
<b>5.2.</b>	<b>Stimuleren van de trias energetica-aanpak</b>	<b>116</b>
5.2.1.	Basisrichtlijnen voor energie-efficiëntie	116
5.2.2.	Uitbreiding van de CO2-neutraliteit tot de warmtevoorziening	119
5.2.3.	Normeren en stimuleren... en ondersteunen	120
5.2.4.	Sancties en incentives	124
<b>5.3.</b>	<b>Communicatiestrategie voor CO2-neutraliteit</b>	<b>125</b>
5.3.1.	...naar overheid en nutsmaatschappijen toe	126
5.3.2.	...naar bedrijven toe	126
<b>5.4.</b>	<b>Kennisopbouw</b>	<b>128</b>
<b>5.5.</b>	<b>Impact van de Vlaamse CO2-neutraliteit op de bedrijventerreinen</b>	<b>129</b>
5.5.1.	Bedrijventerrein Sappenleen Poperinge	130
5.5.2.	Bedrijventerrein Herdersbrug Brugge	130
5.5.3.	Bedrijventerrein Waggelwater Brugge	131
5.5.4.	Steekproef Vlaamse KMO's	132
5.5.5.	Vlaanderen	132
5.5.6.	Groei van de CO2-neutrale bedrijventerreinen bij de West-Vlaamse Intercommunale	134
<b>5.6.</b>	<b>Bouwstenen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen voor een CO2-armere energievoorziening</b>	<b>135</b>
5.6.1.	...ter voorbereiding van de ontwikkeling van een bedrijventerrein	137
5.6.2.	...voor de realisatie van het bedrijventerrein	137
5.6.3.	...voor de uitgifte van het bedrijventerrein	138
5.6.4.	...voor het beheer van het bedrijventerrein	138
<b>6.</b>	<b>Energieclustering op bedrijventerreinen</b>	<b>143</b>
<b>6.1.</b>	<b>Perspectieven door clustering</b>	<b>143</b>
6.1.1.	Limieten binnen bedrijfsgrenzen	143
6.1.2.	Slimme energienetwerken	145
<b>6.2.</b>	<b>Eco-industriële parken en industriële symbiose</b>	<b>149</b>
<b>6.3.</b>	<b>Energiesamenwerking op bedrijventerreinen</b>	<b>155</b>
6.3.1.	Fysieke energieclustering voor CO2-neutraliteit	158
6.3.2.	Haalbaarheidsfactoren van energieclustering	165

<b>6.4.</b>	<b>Rol van bedrijventerreinontwikkelaars/-beheerders en bedrijven in energieclustering</b>	<b>171</b>
6.4.1.	Positie van de terreinontwikkelaar/-beheerder in collectieve/centrale energieproductie	173
6.4.2.	Positie van de terreinontwikkelaar/-beheerder in energie-integratie en energiedistributie	174
<b>6.5.</b>	<b>Ruimtelijke kwaliteit van bedrijventerreinen voor energieclustering</b>	<b>176</b>
6.5.1.	Robuust energie-infrastructuren plannen en aanpassen	176
6.5.2.	Energieclustering binnen het bedrijventerrein	180
6.5.3.	Compatibiliteit met externe clustering	190
6.5.4.	Rol van bedrijventerreinontwikkelaars/-beheerders en bedrijven	200
<b>6.6.</b>	<b>Bouwstenen voor de ontwikkeling van CO2-armere bedrijventerreinen</b>	<b>203</b>
6.6.1.	...ter voorbereiding van de ontwikkeling van een bedrijventerrein	206
6.6.2.	...voor het ontwerp van het bedrijventerrein	207
6.6.3.	...voor de realisatie van het bedrijventerrein	207
6.6.4.	...voor de uitgifte van het bedrijventerrein	207
6.6.5.	...voor het beheer van het bedrijventerrein	208
<b>7.</b>	<b>Piloottesten voor CO2-armere bedrijventerreinen</b>	<b>211</b>
<b>7.1.</b>	<b>CO2-neutraliteit op bedrijventerrein Kazerne Lissewege in Brugge</b>	<b>211</b>
7.1.1.	Situering van het bedrijventerrein	211
7.1.2.	Ruimtelijk ontwerp	212
7.1.3.	Algemene aanpak CO2-neutraliteit op het bedrijventerrein	213
7.1.4.	Maatregelen ter bevordering van het rationeel energiegebruik	214
7.1.5.	Maatregelen ter bevordering van alternatieve energieopwekking	216
7.1.6.	Verplichting tot CO2-neutraal elektriciteitsverbruik	217
7.1.7.	Controle en handhaving	217
7.1.8.	Communicatie naar de bedrijven	218
<b>7.2.</b>	<b>Centrale energieproductie en collectief energiemangement op bedrijventerrein Sappenleen in Poperinge</b>	<b>218</b>
7.2.1.	Situering van het bedrijventerrein	218
7.2.2.	Inplanting van windturbines op het bedrijventerrein	220
7.2.3.	Bijdrage van de windturbines in de dekking van het energiegebruik	220
7.2.4.	Profiel van het warmteverbruik	221
7.2.5.	Energiemangement op het bedrijventerrein	223
<b>7.3.</b>	<b>Energieclustering op bedrijventerrein Ieperleekanaal in Ieper</b>	<b>224</b>
7.3.1.	Situering van het bedrijventerrein	224
7.3.2.	Analyse van het potentieel tot energieclustering	226
<b>7.4.</b>	<b>Conclusies uit de praktijkvoorbeelden</b>	<b>231</b>
<b>8.</b>	<b>Bouwstenen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen voor CO2-emissiereductie</b>	<b>233</b>

<b>8.1.</b>	<b>Bouwstenen voor een CO2-armere energievoorziening op bedrijventerreinen</b>	<b>233</b>
<b>8.2.</b>	<b>Overzicht van de voornaamste keuzes voor de ontwikkeling van CO2-neutrale bedrijventerreinen</b>	<b>239</b>
<b>8.3.</b>	<b>Omkadering van CO2-neutraliteit</b>	<b>243</b>
8.3.1.	Bestaande bedrijventerreinen voor energiebeheer...	244
8.3.2.	De introductie van de carbon footprint als instrument...	245
8.3.3.	Link met transitie management en bredere gewenste economische ontwikkeling...	248
<b>8.4.</b>	<b>Conclusies</b>	<b>250</b>
<b>9.</b>	<b>Algemene conclusies</b>	<b>253</b>
<b>9.1.</b>	<b>Perspectieven voor verder onderzoek</b>	<b>258</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografie</b>	<b>261</b>





# Woorden van dank

Mijn allereerste woorden van dit proefschrift schenk ik aan Mieke. Zij heeft de voorbije zes maanden van het schrijven van dit werk van heel dichtbij mogen en moeten meemaken. De vele uren die ik mocht investeren waren in belangrijke mate ten koste van haar. Ze is dan ook meer verheugd dan ik dat de tijd (zo snel) is voorbij gegaan. De lasten waren voor ons beiden; het plezier kon ik moeilijker delen. Tijdens het schrijven is bovendien een nieuw leven ontstaan. Mijn dank gaat hierbij ook uit naar dit kleine wezentje dat het zijn/haar evolutionaire traject in perfecte symbiose heeft weten neer te zetten.

Mijn grootste dank gaat eveneens naar mijn ouders, Luc en Martine, om mij samen te stellen en groot te brengen tot wie ik ben. Ook dat ik de kans gekregen heb op de universiteit te studeren wat ik maar wilde - biologie, wiskunde en natuurkunde, werktuigkunde-elektrotechniek, bouwkunde, architectuur en ruimtelijke planning - de lijst is lang. Maar goed dat ze me af en toe wat richting gaven. Kiezen is moeilijk, testen is leuk. Ware de arbeidsmarkt maar zo flexibel als de universiteit. Mieke's familie dank ik eveneens graag, onder meer voor het entertainen van Mieke terwijl ik geen tijd had.

Prof. Greet Van Eetvelde ben ik erg dankbaar omdat ze mij de kans gegeven heeft om te starten in het wetenschappelijk onderzoek. Haar voorzet van de verduurzaming van bedrijventerreinen bleek een perfect kader voor de verduurzaming van het energiegebruik op deze terreinen, en bood aldus de ideale leidraad. Ze heeft er tevens telkens met grote inspanning voor gezorgd voldoende financiering te vinden voor mijn onderzoek. Greet had steeds een sterk vertrouwen in de goede afloop. Een doctoraatstraject blijft soms lang een wazige wolk van vele relevante aspecten tot je eindelijk kan afbakenen, en inzicht kan verwerven en onder woorden brengen. Pas toen kon ik dat vertrouwen werkelijk begrijpen. Tijdens het neerschrijven van mijn doctoraat is haar invloed nog eens van grote waarde geweest. Haar schrijftalent zal ik echter nooit kunnen evenaren.

Ook aan prof. Lieven Vandevelde heb ik heel veel hulp gehad. Lieven heeft alle teksten van het proefschrift minstens tweemaal gelezen en becommentarieerd. Ik dank hem hiervoor en voor de vele tijd dat dit gekost heeft. Ook voor de gesprekken tijdens de periode van het schrijven en in de jaren ervoor dank ik hem van harte.

Via prof. Georges Allaert is mijn professionele leven begonnen. Geïnteresseerd in het plotse en wat snel bleek naïeve idee van me voor de inzet van luchtschepen in het vrachtvervoer als onderwerp voor m'n master thesis in de burgerlijke bouwkunde, heeft dit idee me toch ingeleid in het zelfstandige wetenschappelijk onderzoek. Het zoeken naar oplossingen voor het logistieke en mobiliteitsvraagstuk heeft me veel bijgebracht inzake de technische en economische aspecten van vrachtvervoer. Nadien heeft Georges mij doorgestuurd naar Greet voor de vacature van wetenschappelijk medewerker in mobiliteit op het Europese Interreg-project Bedrijventerreinmanagement. Na deze inleiding werd in 2008 het algemenere onderzoek op verduurzaming van bedrijventerreinen, parkmanagement en interbedrijfssamenwerking, incl. de mobiliteitsfocus, dan gefocusseerd naar het energievraagstuk voor bedrijventerreinen en interbedrijfssamenwerking. Dit onderzoek kon ik uiteindelijk succesvol afwerken, alleen door de steun van de vakgroep Civiele Techniek en prof. Luc Taerwe, dankzij de aanvullende financiering ter ondersteuning van de afwerking van mijn proefschrift. Mijn dank gaat eveneens naar alle leden van mijn examencommissie voor hun interesse in het onderzoek en hun suggesties voor het proefschrift.

Geert, Patrick, Johan en Eveline, het directiecomité en de vele medewerkers van de West-Vlaamse Intercommunale ben ik grote dankbaarheid verschuldigd voor hun financiële en inhoudelijke steun van mijn onderzoek, voor hun bereidwilligheid en steun voor het opzetten van een aantal

pilootprojecten, voor hun kritische ondervragingen toen ik weer een idee lanceerde, voor het vertrouwen en de verantwoordelijkheden die ik genoot, voor de fijne werkomgeving en leerschool. Karen en Bart ondersteunden me fantastisch in de uitwerking van de eerste energiekaarten voor West-Vlaanderen. Ik weet dat zij hopen dit project de volgende jaren te kunnen verder zetten. Björn wens ik te danken voor de fijne business trip voor het Manage+ project, succesvol in onze bijdrage en tegelijk ontspannend, sportief, leuk, chaotisch als een echte vakantie.

Karel heeft mij enorm bijgestaan in de finale uitwerking van m'n proefschrift. Ik kan best aannemen dat hij even geen spreadsheets of teksten van mij meer wil zien. Jan dank ik eveneens voor zijn input in de enkele maanden dat hij nu voor de onderzoeksgroep werkt. Björn dank ik van harte voor de fijne, inspirerende en enthousiaste gesprekken die we voeren over klimaatverandering en maatschappij. Beide zijn we nog veel te naïeve dromers, houden we daarvan en wensen we dat ook nooit te veranderen, hoogstens aan te vullen. Verder gaat mijn dank uit naar Koen, Sirka, Barbara, Thomas, Sietse, Dominique, Sven, Cathy en alle andere medewerkers van de Afdeling Mobiliteit en Ruimtelijke Planning voor hun steun of prikkelingen die een mens scherp houden.

Erik, Jo, Thomas, Gert, Trui, Maarten en Dominique van het Centrum voor Duurzame Ontwikkeling van de Universiteit Gent ben ik dankbaar voor het tweejarig onderkomen dat onze onderzoeksgroep mocht genieten, en de bijzonder rijke discussies tijdens de lunches, WiWoe's en WiMa's. In een periode van nodige socio-technische transities, kan dit multidisciplinaire centrum de cyclische socio-technische innovaties binnen de universiteit zeker steun bieden.

Kris, Gert, Wim, Tim en de vele anderen van Laga en Deloitte wens ik te danken voor het prettige teamwork dat we voerden in de uitwerking van collectieve energieproductie voor de West-Vlaamse Intercommunale. Lut van het Agentschap Ondernemen wil ik graag danken voor de informatie over de ingediende subsidieprojecten voor bedrijventerreinen. Prof. Walther Ploos van Amstel en prof. Frank Witlox voor hun enthousiasme en wetenschappelijke erkenning van mijn paper rond innovatieve logistiek, die steunde op mijn eerdere en jammer genoeg minder erkende master thesis. Andere, anonieme, doctoraatsstudenten dank ik gaarne om enthousiasme én frustraties te delen. Wim en Véronique wil ik bovendien danken omwille van de vele fijne avonden én hun ICT-steun. Na 885 000 tekens en 106 Mb durft een tekstverwerker al eens de geest geven, uiteraard net voorafgaand aan de indiening.

Nele, Björn en Stijn wil ik graag bedanken om mij te vergezellen bij de fietstochten heen en terug naar en van de West-Vlaamse Intercommunale. Aan Kristof en Alex ben ik mijn dank verschuldigd voor de sportieve fietstochten en de opbouw richting de 10de beklimming van de Mont-Ventoux. Kristof dank ik extra voor het coachen van het fietsteam. Samen hebben ze mij lichamelijk en bijgevolg geestelijk op peil gehouden tijdens mijn doctoraatsonderzoek en vooral ter compensatie van de vele zittende uren achter het bureau.

Geert, Koen, Timmy, Koenraad en Kenny ben ik al vijftien jaar dank verschuldigd voor het historisch gewortelde jongensplezier. Onze echtgenotes en vriendinnen voor het evenwicht. Bij het meidenconsortium ontstaan uit de Chiro-kiem van mijn vriendin is het omgekeerd. Deze bende tomeloze bijzonder grappige en aangename vrouwen worden in 'evenwicht' gehouden door hun mannen. Bea bedank ik graag omdat ze een bijkomende steun is om mezelf te begrijpen.

Ik wil graag eindigen met de figuur Al Gore. In de film An Inconvenient Truth vond ik meermaals en makkelijk de zin en moed om ook bij tegenslagen en dipjes mijn doctoraatsonderzoek te blijven voortzetten. Een fragment van 5 minuten volstaat al. Het gevoel dat mij dan overlaadt is zwaar en bevestigt telkens waar ik mijn prioriteit moet leggen. Ik heb het geluk een overeenstemming te kunnen vinden in mijn persoonlijke overtuiging en werk. Dit heb ik steeds een absolute voorwaarde gevonden, en wil ik ook nooit verliezen...

# Ten geleide

Geleidelijke effecten doch vooral de onzekerheid inzake abrupte veranderingen in de elementen van het klimaatstelsel voeden een ernstige ongerustheid onder wetenschappers over de gevolgen van de klimaatverandering. De atmosferische broeikasgasconcentratie stijgt snel en situeert zich op heden op circa 435 ppm CO<sub>2-eq</sub> terwijl een veilige grens gesteld wordt op 400 ppm CO<sub>2-eq</sub>. De mondiale broeikasgasemissie piekt best zo snel als mogelijk. Daarvoor is er tevens nood aan de reductie van het energiegebruik, op termijn aangevuld door technieken die de geëmitteerde broeikasgasemissies opnieuw uit de atmosfeer kunnen halen. Naast deze klimaatmitigatie, zullen de effecten van de klimaatverandering een extra uitdaging vormen op vlak van adaptatie. De sociale probleemstelling is dan ook dubbel. Enerzijds dienen de inspanningen in de klimaatmitigatie verdeeld te worden over de vele actoren en landen, rekening houdende met het welvaartspeel, de historische verantwoordelijkheid, etc. Anderzijds zullen de effecten ongelijk verdeeld zijn over de wereld, en zullen vooral de minst historisch verantwoordelijke en de meest kwetsbare maatschappijen het hardst getroffen worden. Tegelijk biedt klimaatmitigatie economische opportuniteiten. Alternatieve of bijkomende economische bloei wordt mogelijk door de (bijkomende) vraag naar energie-efficiënte producten en diensten, en naar hernieuwbare energie(productie-installaties). Nieuwe comparatieve voordelen kan men laten uitspelen om ervoor te zorgen dat waardeketens zich mondiaal verspreiden met minimalisatie van de broeikasgasemissie. Nieuwe globale netwerken kunnen ontstaan.

In Vlaanderen heeft de Vlaamse Regering in 2007 een initiatief genomen dat de co-financiering voor de aanleg of heraanleg van bedrijventerreinen beschikbaar stelt op voorwaarde dat bedrijven CO<sub>2-neutraliteit</sub> verwerven voor hun elektriciteitsverbruik. Ook zijn er verschillende kwalitatieve richtlijnen opgenomen voor de inrichting, de uitgifte en het beheer die een potentiële CO<sub>2</sub>-emissiereductie kunnen teweeg brengen. Dit initiatief kadert bovendien in de Vlaamse ambitie om de duurzaamheid van bedrijventerreinen te vergroten. Duurzame bedrijventerreinen worden gekenmerkt door een ruimtelijke duurzaamheid, een continu terreinbeheer en clustervoorzieningen voor gevestigde bedrijven, alsook door interbedrijfssamenwerking in brede zin. De opdracht van onderhavig onderzoek kan samengevat worden als het nagaan of de principes van duurzame bedrijventerreinen eveneens een duurzamer energiegebruik op bedrijventerreinen kunnen laten ontluiken. Het onderzoek concentreerde zich aldus op het bijstaan in de mitigatieopdracht voor de klimaatverandering.

*Het resulterende proefschrift toetst de stelling of de aandacht voor de CO<sub>2</sub>-emissiereductie in de ontwikkeling en het beheer van bedrijventerreinen toestaat kansen te grijpen die additioneel zijn aan individuele maatregelen binnen bedrijven zelf. Uit het onderzoek blijkt dat deze stelling onderschreven kan worden. De intermediaire focus van de energiekenmerken en de CO<sub>2</sub>-emissie op de ontwikkeling en het beheer van bedrijventerreinen kan een bijdrage leveren tot een toename van de technische, ruimtelijke, temporele en institutionele continuïteit en afstemming.*

*Bedrijventerreinen kunnen een bijdrage leveren tot een consistentere aanpak van de volledige energiewaardeketen doorheen bedrijven (technische continuïteit).*

De energievoorziening start bij de ontginning van energiebronnen en energiestromen, die geabsorbeerd, getransformeerd en getransporteerd worden, in functie van de inzet in het maatschappelijk-industrieel metabolisme van productie en consumptie van goederen en diensten. Een bedrijf maakt enerzijds deel uit van een waardeketen. Bedrijven beïnvloeden het energiegebruik door de eigen processen en overhead, door de keuze van toeleveranciers en afnemers met hun energieprofielen, en door de producten en diensten die bedrijven voorzien. Het energiegebruik van een bedrijf is anderzijds een deel van een energiewaardeketen of exergieketen (exergie staat voor de

hoeveelheid energie van hoogste kwaliteit). Bedrijven, bedrijfskavels en bedrijventerreinen zijn knooppunten in ruimtelijke velden en infrastructurele netwerken van energiestromen en voorraden (energieopslag - energietransport - energiegebruik). Bij elk gebruik van energie daalt de hoeveelheid exergie.

Een duurzaam en *CO<sub>2</sub>-neutraal* energiegebruik wordt bekomen door vooreerst de behoefte aan de oorzaak van exergieverbruik te reduceren. Het optimaliseren of zelfs radicaal transformeren/ executeren grijpt in op de waardeketen waarin een bedrijf actief is. Het theoretische minimale exergieverbruik wordt vervolgens zo dicht als mogelijk benaderd door de exergie-efficiëntie van de processen en de overhead te maximaliseren. Hergebruik dient gezocht te worden in resterende nuttig aanwendbare exergiestromen. In het resterende exergieverbruik dient maximaal voorzien te worden door beschikbare residuele en hernieuwbare energiestromen op exergie-efficiënte wijze. Doelstelling is de minimalisering van exergieverbruik, additioneel aan natuurlijk exergieverlies. Dit behelst ook het transport van de energie en het afstemmen van het exergiegebruik op het exergieaanbod. 'Positieve' broeikasgasemissies dienen ten slotte gecompenseerd te worden door natuurlijke en antropogene 'negatieve' broeikasgasemissies of netto opname van broeikasgassen. Voorlopig wordt gewerkt met het additioneel vermijden van 'positieve' broeikasgasemissies.

Elk van bovenstaande stappen zal onmisbaar zijn om tot een duurzaam en *CO<sub>2</sub>-neutraal* energiegebruik te komen. De opmars van een duurzamer energiesysteem is het gecombineerd plaatsgrijpen, evalueren en afwegen van parallelle evolutiescenario's. Een traject van cyclische innovatie van de energiewaardeketens en waardeketens, met daarin veelvuldige interactie tussen de gedrags-, natuur- en ingenieurswetenschappen, de productontwikkeling en het transitie management van markten is nodig om stap voor stap een duurzamer energiemetabolisme te bekomen.

Het energiegebruik van bedrijven spreekt bovendien verschillende energievormen aan. De energievoorziening is eveneens een integratie van verschillende energievormen en installatietypes. Acties op bedrijventerreinen kunnen typisch een meerwaarde bieden op vlak van de vele toepasbare sectoroverkoepelende energiemaatregelen in gebouwen, in de bedrijfsprocessen en inzake de aanwending van hernieuwbare energie. Ze kunnen de symptomatische barrières van een gebrek aan kennis, expertise, tijd en kapitaal helpen verminderen zodat het onderliggende gebrek aan strategisch belang een beperktere barrière vormt.

*Het bekomen van een duurzaam energiegebruik door bedrijven kan alleen in de aanwezigheid van een gebiedsgerichte aanpak in de ontwikkeling van bedrijventerreinen, ingebed in een overkoepelend bedrijventerreinenmanagement (ruimtelijke continuïteit).*

Het ontwerp van een bedrijventerrein creëert de mogelijkheden én beïnvloedt barrières voor de aanwending van hernieuwbare energie, de reductie van het energiegebruik, en de energienetwerken. Ten eerste worden de opties op bedrijfskavels naar de productie en het gebruik van energie beïnvloed. Ten tweede legt het ontwerp al dan niet een ruimtebezetting uiteen compatibel met het potentieel op het bedrijventerrein op vlak van productie, transport en stockage van energie.

Exergetische efficiëntie is tevens gekoppeld aan ruimtelijke kwaliteit doordat bedrijventerreinen deel uitmaken van het lokale/regionale/mondiale energielandschap. Energiestromen kunnen uitgewisseld worden over de grenzen van het bedrijventerrein heen met externe bedrijven of andere inrichtingen. De beschikbare hernieuwbare energie op het bedrijventerrein treedt van nature het terrein binnen en dient in voorkomend geval via lokale/regionale/mondiale energienetwerken te worden aangevuld om een volledige dekking van het energiegebruik op het terrein door hernieuwbare energie te bekomen. Plekken in de energieruimte differentiëren zich bovendien in het aanbod aan hernieuwbare energiestromen. (Hernieuwbare) energiebeschikbaarheid is één van de (groeïende) productiemilieufactoren voor het economisch groeipotentieel en kan daarom aanleiding geven tot ruimtelijk-energetische differentiatie en verweving, en energetisch mede gestuurde ruimtelijk-economische netwerken, m.a.w. energetische mede gestuurde concentratie, complementariteit en clustervorming. Het dient benadrukt te worden dat een duurzaam energiegebruik mede in deze aansturing plaats kan nemen. De hieruit volgende ruimtelijke differentiatie en netwerking heeft immers een impact op de ruimtelijke distributie en netwerken van het economische en sociale ruimtegebruik. Een gevolg is de mobiliteit van materialen, producten en mensen, hetgeen eveneens tot energiegebruik

aanleiding geeft. Bijgevolg is een iteratie van ruimtelijke energiepatronen en mobiliteitspatronen noodzakelijk om tot een duurzamer energiegebruik te willen komen. De brug dient tevens gemaakt te worden met huidige en potentiële logistieke patronen en opportuniteiten, en met een duurzamer industrieel metabolisme in het materiaalgebruik, dewelke beide tot nieuwe evenwichtspunten aanleiding kunnen geven. Met andere woorden, het traject naar duurzaam en *CO<sub>2</sub>-neutraal* energiegebruik op bedrijventerreinen, dient in enge zin ingebed te worden in een energielandschapsplanning en in ruime zin in een bredere ruimtelijk-economische planning richting sociaal-economische duurzaamheid, rekening houdende met goederen- en personenmobiliteit, materiaalgebruik en -verbruik, duurzame werkgelegenheid, etc.

*De aanpak van het duurzaam energiebeheer op bedrijventerreinen spreidt zich uit over alle fasen van het leven van een bedrijventerrein (temporele continuïteit).*

De doelstelling van een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening op bedrijventerreinen ontrolt zich als beheersprincipe voor ruimtelijke ordening en stedenbouw, als oriëntatieprincipe voor het ontwerp van terreinen, als regulerend/stimulerend/ondersteunend/participerend principe voor de uitgifte en het beheer. Tijdens de exploitatiefase herhaalt de cyclus van terreinanalyse, ontwerp, realisatie en uitgifte zich op discrete wijze tot vorming van een cyclisch innovatietraject. Een blijvende aandacht voor het energiebeheer op het terrein staat toe van nieuwe bedrijvenpopulaties, energietechnieken en omgevingscondities gebruik te maken voor de verdere verbetering van de kwaliteit op het bedrijventerrein en voor de bedrijven.

Wanneer we een bedrijventerrein in totaliteit benaderen, kan het gezamenlijke energiegebruik van de bedrijven gelijk staan aan het energiegebruik van een audit- of benchmarkingbedrijf, zelfs indien geen dergelijk bedrijf op het terrein voorkomt. Dit betekent dat op termijn dergelijke bedrijventerreinen niet langer kunnen genegeerd worden en een activering van een doorgedreven energiebeleid op het terrein noodzakelijk wordt. Een geclusterd energiebeheer op het bedrijventerrein kan hierbij schaalvoordelen en scopevoordelen creëren ter ondersteuning van de vele kleinere energiegebruikers. Bovendien brengt een geclusterd energiebeheer de omgevingskenmerken in beeld, zodat naast potentiële synergieën tussen gevestigde bedrijven ook de interne capaciteit en de locatie van het bedrijventerrein kan uitgespeeld worden. Het is nu het totale energiegebruiksprofiel en het totale energieproductieprofiel op het terrein dat op elkaar kan afgestemd worden. Het potentieel van zowel de totale hernieuwbare energieproductie als de potentiële dekking van het energiegebruik neemt toe. Centrale duurzame energievoorzieningen zijn hiervan een materieel verlengstuk, met slimme elektriciteits- en warmtenetten, en collectieve/centrale energieproductie als concrete toepassingen, uitgebouwd op terreinniveau en/of op bouwblokniveau.

*De aanpak van de energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies op bedrijventerreinen vraagt om een responsabilisering en opname van taken en verantwoordelijkheden bij alle stakeholders (institutionele continuïteit).*

Bij de realisatie en het beheer van een duurzame energievoorziening op een bedrijventerrein is de steun van vele stakeholders noodzakelijk. Bedrijven verdienen de steun van bedrijventerreinontwikkelaars en parkmanagement, aangezien het aanbieden van een performante bedrijfsruimte de eerste bekommernis dient te zijn van terreinontwikkelaars en beheerders. Bedrijventerreinontwikkelaars en parkmanagement verdienen de steun van ruimtelijke ordening en planning om bedrijventerreinen zodanig te lokaliseren dat er voldoende potenties zijn tot het bekomen van een duurzaam energiegebruik, alsook om de omgevingscondities blijvend te verbeteren. Bedrijventerreinontwikkelaars en parkmanagement verdienen de steun van het energie-, klimaat-, economische en innovatiebeleid. De broeikasgasemissies van de energievoorziening vormen slechts een beperkt aandeel in de volledige carbon footprint van bedrijven. Er is nood aan een ondubbelde doch wederzijds ondersteunende aanpak van CO<sub>2</sub>-emissies, enerzijds op het niveau van de ontwikkeling en het beheer van bedrijventerreinen, anderzijds op het niveau van de bedrijven en waardeketens zelf. Bedrijventerreinontwikkelaars en parkmanagement dienen tegelijk het energie-, klimaat-, economische en innovatiebeleid. Een betere gebiedsgerichte aanpak laat toe het algemene kader ambitieuzer te zetten. Bedrijventerreinontwikkelaars en parkmanagement verdienen tevens de steun van distributienet- en transportnetbeheerders. Omgekeerd kan het energiemangement op

bedrijventerreinen distributienet- en transportnetbeheerders bijstaan in het efficiënt gebruik van de netten. Ten slotte dienen ontwikkelaars en beheerders de steun te verdienen van bedrijven, alsook hen te activeren in het energie- en emissiebeheer op het bedrijventerrein.

Aandacht zou moeten uitgaan naar het verminderen van de barrières die de samenwerking van voormelde stakeholders belemmeren, en naar het aanbieden van schakels tussen hen. Om de aandacht en de responsabilisering van de stakeholders te starten, kunnen structurele overlegplatformen opgericht worden die tot doel hebben de strategische en operationele energie- en emissiedoelstellingen voor het bedrijventerreinmanagement voor een specifiek terrein, en het bedrijventerreinenmanagement voor het overkoepelende beleid in een partnerschapsmodel uit te werken.

*Het momentum is hier aanwezig in Vlaanderen en op huidig ogenblik voor de verdere uitbouw van bedrijventerreinen voor een CO<sub>2</sub>-arme duurzame energievoorziening.*

Tijdens het onderzoek werd veelvuldig de interesse ontdekt van verschillende overheden, bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders, zelfs bedrijven voor ontwikkeling en beheer van bedrijventerreinen richting duurzaam energiebeheer. Het belang van een duurzame energievoorziening speelt op heden nog niet voldoende op strategisch niveau bij bedrijven, hoewel afhankelijk van sector en zelfs bedrijf/waardeketen, doch het belang belooft wel in sterke mate toe te nemen, in het kader van zowel de internationale competitiviteit als de transitie van de interne marktwerking. Daarmee neemt ook behoefte aan kennis van en expertise in een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening toe. Deze expertise en de daaruit vloeiende nieuwe oplossingen, producten en diensten kunnen bovendien vermarkt worden tot creatie van nieuwe of alternatieve economische bloei.

Bedrijventerreinen dienen vandaag reeds zo gepositioneerd en ontworpen te worden compatibel met het toekomstig belang aan een duurzame energievoorziening. Energie-investeringen worden uitgevoerd voor lange termijn. Nieuwe investeringen in oude technieken creëren verdere lock-in. Er is behoefte aan interesse tot innovatie- en demonstratieprojecten op alle beleidsniveau's, ter ondersteuning van de innovatieketen. Duurzame bedrijventerreinen kunnen ondersteunen in demonstratieprojecten, in early adopting en mass adopting via gebiedsgerichte werking, vooraleer het algemene beleid dit opneemt voor de late adopters. Innovatiebeleid actiever en meer op het voorplan doen komen kan tevens de mitigatieopdracht in een positiever daglicht stellen.

# Samenvatting

Klimaatverandering noopt tot een radicale reductie van de uitstoot van broeikasgassen. In de context van een groeiend bewustzijn inzake CO<sub>2</sub>-emissies, claimen steeds meer bedrijven in het Westen een of andere vorm van *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*. Wereldwijd stimuleren overheden en ontwikkelaars bedrijven en industrieterreinen om een CO<sub>2</sub>-armere bedrijfsvoering te implementeren, alsook om innovatieve bedrijfsactiviteiten aan te trekken om zo de kiemen te leggen van een lokaal actieve en internationaal competitieve koolstofarme economie.

De Vlaamse subsidieregeling voor de aanleg en heraanleg van bedrijventerreinen, die een grotere duurzaamheid bij bedrijventerreinen nastreeft, werd in 2007 reeds aangepast aan de groeiende CO<sub>2</sub>-emissie-eisen. Naast een reeks kwalitatieve richtlijnen inzake ontwerpplan, uitgifteplan en beheersplan, dienen nieuwe bedrijven op de ondersteunde terreinen voortaan een *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* te kennen.

De ontwikkeling van duurzame bedrijventerreinen is gericht op zorgvuldig ruimtegebruik, goed beheer en interbedrijfssamenwerking. Het gaat om het ondersteunen van de verduurzaming van de gevestigde bedrijven. Duurzaam ondernemen streeft ernaar een positieve bijdrage te leveren op ecologisch, sociaal en economisch vlak.

Het werd snel duidelijk dat veel terreinontwikkelaars en -beheerders grotere ambities koesterden dan de gestelde minimumeisen. Een bredere strategie drong zich op, vooreerst om het elektrische en thermische energiegebruik te reduceren alvorens sprake kon zijn van het gebruik van hernieuwbare energie (trias energetica). Sectoroverkoepelende energiemaatregelen in gebouwen, processen en inzake hernieuwbare energieproductie, vormen een set van eenvoudige energierichtlijnen als deel van de uitgiftevoorwaarden van een groeiend aantal terreinontwikkelaars. Ze vestigen de aandacht van het bedrijf op de energievoorziening inclusief de ermee samenhangende milieu-impact, en verplichten het bedrijf tot het nemen van maatregelen. Een evenwicht van verplichten en stimuleren, zelfs uitdagen, wordt gezocht, al begeleiden terreinontwikkelaars en beheerders ook bedrijven in de uitgiftefase waar eenvoudige maatregelen al te vaak onuitgevoerd blijven.

Terreinontwikkelaars nemen vanouds een faciliterende rol op; dit blijft ook in deze context prioritair, met name via het ter beschikking stellen van een performante bedrijfsruimte. Naarmate de uitstoot van broeikasgassen sterker gepenaliseerd zal worden, zal de kwaliteit van het terrein ook op de energieprestatie van de aangeboden bedrijfsruimte afgerekend worden. Een bedrijventerrein bepaalt immers vanuit een fysieke maar ook sociale context de kansen en barrières voor gevestigde bedrijven op vlak van een emissieloze energievoorziening.

De basis voor een gebiedsgerichte aanpak van de energierelateerde CO<sub>2</sub>-emissies op bedrijventerreinen wordt al gelegd in de locatieselectie voor een te ontwikkelen bedrijventerrein. Samen met het ontwerp van het bedrijventerrein kan afgestemd worden op energie-efficiëntie en op de inzet van lokale hernieuwbare energie. Het is pas in een volgende fase dat de faciliterende rol van de ontwikkelaar/beheerder zich toespitst op een evenwichtig verplichtend doch tevens stimulerend, ondersteunend en eventueel participierend terreinbeheer. Dit kader blijkt inderdaad nodig in de uitgifte van de bedrijfskavels, maar evenzeer tijdens de operationele fase. Energiemanagement wordt immers op velerlei vlakken en niveaus als relevant beschouwd: in de gebouwen, in de processen, in de afstemming met hernieuwbare energieproductie en ten slotte als ondersteuning ter controle van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*. De meeste bedrijventerreinen in Vlaanderen worden gekenmerkt door vestigingen van kleine en middelgrote ondernemingen; evenwel ontbreekt het precies vaak een KMO aan tijd, kennis, expertise en kapitaal voor de detectie en uitvoering van energie-efficiëntiemaatregelen. Dit vormt een

fundamenteel probleem; voor een duurzame strategie inzake energie-efficiëntie op bedrijventerreinen is dan ook een structurele oplossing nodig. Een gezamenlijk beheer van bijvoorbeeld energiemonitoring, kan kostenefficiëntie in de hand werken en meteen ook een aanzet geven voor meer samenwerking op een terrein rond non-core activiteiten. Centrale duurzame energievoorzieningen zijn hiervan een materieel verlengstuk, met slimme elektriciteits- en warmtenetten, en collectieve/centrale energieproductie als concrete toepassingen, uitgebouwd op terreinniveau en/of op bouwblokniveau.

CO<sub>2</sub>-emissiereductie ontrolt zich als een fundamentele sturende ambitie in alle fasen van de ontwikkeling van bedrijventerreinen: als beheersprincipe voor ruimtelijke ordening en stedenbouw, als oriëntatieprincipe voor het ontwerp van terreinen, als regulerend/stimulerend/ondersteunend/participerend principe voor de uitgifte en het beheer. In dit onderzoek wordt de integrale aanpak van de energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissiereductie op bedrijventerreinen bestudeerd en geëvalueerd. De bouwstenen voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie worden voorgesteld, verspreid over de verschillende ontwikkelingsfasen van een bedrijventerrein. Vijf principes uit de literatuur, getoetst via onderzoek van praktijkgevallen, staan daarbij centraal:

1. Het formuleren van een evolutief ambitieniveau inzake CO<sub>2</sub>-emissies en het toetsen van de ontwikkeling van het terrein aan dat ambitieniveau in elke fase.
2. Het lokaliseren van activiteiten in correlatie met de hernieuwbare energetische draagkracht van de locatie.
3. Het voorzien van performante nutsvoorzieningen en een compatibele ruimte voor lokale productie, opslag en uitwisseling van energie.
4. Het reduceren van het energiegebruik en het voorkomen van CO<sub>2</sub>-emissies op bedrijfsniveau en in de realisatie van het bedrijventerrein.
5. Het stimuleren en faciliteren van interbedrijfssamenwerking om optimalisatie van de energie- en emissieprestatie mogelijk maken.

Om de toegevoegde waarde van bedrijventerreinen uit te spelen, dienen naast de bedrijven ook de terreinontwikkelaars/beheerders, of minstens hun ontwerpers, op hun beurt gesteund en gestimuleerd te worden, misschien eventueel uitgedaagd te worden. Ook is een belangrijke rol weggelegd voor de planningsverantwoordelijken in de regio van het bedrijventerrein om de energiegestuurde locatiekeuze en de voorziening van de bedrijventerreinen van hernieuwbare energie te steunen. Net zo gewenst is een solide draagvlak bij de lokale overheden om bij moeilijkheden in het ontwikkelingstraject van het terrein en in functie van het dragen van consequenties te kunnen doorzetten in gestelde en noodzakelijke ambities. De kring sluit zich gezien de steun van bedrijven noodzakelijk is om het bestuurlijke draagvlak te creëren en de uitvoering te garanderen. Eén van de kernpunten in het proces van verduurzaming op bedrijventerreinen is precies de activering van de gevestigde bedrijven om deel te nemen in het koepelmanagement van een terrein. Het uitgestippelde energie- en emissiebeleid van de terreinontwikkelaar en beheerder kan op die manier beter afgestemd worden op de wensen van ondernemers, en bedrijven krijgen een actieve rol in het mee zoeken naar strategieën en het samen uitvoeren van maatregelen voor de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie op het bedrijventerrein.

Pilootbedrijventerreinen in West-Vlaanderen vormen de geschikte terugvalsbasis voor dit onderzoek: zowel het reglementair kader voor de trias energetica-aanpak als de ondersteuning van de bedrijven is opgestart, centrale energie-installaties zijn voorzien. Dit alles wordt gecombineerd met de activering van bedrijven wat betreft het formuleren van mitigatiestrategieën en het uitvoeren van mitigatiemaatregelen, energie-uitwisseling werd geëvalueerd en in een lange termijnstrategie ingepast.



# Summary

Climate change is a driving force for a radical reduction of greenhouse gas emissions. In a context of growing "CO<sub>2</sub>" awareness, an increasing number of companies in the West claims activities in the field of *carbon neutrality*. Worldwide, governments and park developers stimulate companies and industrial parks to implement low carbon entrepreneurship so as to attract innovative businesses in view of changing local markets and international competitiveness in a growing low carbon economy.

The Flemish co-financing mechanism for the development and revitalisation of industrial parks in their process towards sustainability was adapted in 2007 to comply with tightening CO<sub>2</sub> emission requirements. Apart from general qualitative guidelines concerning the development, issuing and management plan of business parks, companies are enforced to comply with a *carbon neutral electricity consumption*.

The development of sustainable industrial parks focuses on spatial sustainability, park management and interfirm cooperation. It's about supporting businesses to reach for corporate social sustainability, with added value in terms of ecological, social and economic performance.

It is clear, however, that many developers and managers of industrial parks foster higher ambitions than the prescribed minimum requirements. In order to embed *carbon neutrality* principles into a sustainability policy, the reduction of electrical and thermal energy consumption is of prime importance, followed by the use of renewable energy (*trias energetica*). Irrespective of the economical sector, general energy measures in buildings, processes and in renewable energy production provide a set of simple energy guidelines, part of the issuing conditions that a growing number of park developers and managers prescribe. It draws the attention towards energy provision and its environmental impact, and forces companies to take action. A balanced set of "carrot and stick" measures, even challenging guidelines, is searched for, although park developers and managers also focus on personal guidance so as to prevent simple early stage measures from remaining idle.

Business park developers traditionally take up a facilitating role; in this context it holds priority, in particular by providing a performing business context. As greenhouse gas emissions get more penalised, industrial parks face a growing competition concerning their energy provision. From a physical as well as social framework, a business park defines the opportunities as well as the threats of its companies in view of *carbon neutral* energy provision.

A site specific approach of energy related carbon emissions starts in the early stages of the park development, i.e. by selecting a proper location onsite. In line with the spatial and urban design, the park can be geared towards energy efficiency and decentralised renewable energy provision. Later on, the facilitating role of the park developer/manager is effectuated when a balanced committing as well as stimulating, supporting and eventually participating park management is in place. These settings are considered necessary during the issuing phase of a park as well as in the operational phase. Energy management indeed proves its relevance on multiple aspects and levels: in buildings, in processes, in balancing with renewable energy production, and finally verifying the *carbon neutrality*. Most business parks in Flanders are mixed industrials parks, hosting a variety of small and medium enterprises. Yet precisely SME's are known to lack time, knowledge, expertise and capital in order to detect and implement of energy efficiency measures. This causes a fundamental problem, hence a structural solution is necessary to ground a sustainability strategy with regard to energy efficiency. A clustered approach, e.g. of energy monitoring, may enable cost efficiency and encourage onsite interfirm cooperation in non-core activities. This is materialised by onsite central sustainable energy provisions,

with smart electricity and heat networks and concerted/central energy production as specific applications, built at site and/or zone level.

The reduction of carbon emissions unfolds as a fundamental guiding ambition in all phases of the development of industrial parks: as a management principle for spatial planning and urban design, as an orienting principle for the park design, as a committing/stimulating/supporting/participating principle for the issuing and management of the park. In this research, the integrated approach of energy related carbon emission reduction is studied and evaluated in the various development stages of a business park. Five key issues from literature, reviewed through examination of case studies, are:

1. Formulating an evolving carbon emission ambition and reviewing the entire development of the park in all phases.
2. Locating activities in correlation with the renewable energy capacity of the site.
3. Providing efficient energy utilities and a spatial compatibility for local energy production, storage and exchange.
4. Reducing energy consumption and preventing carbon emissions at company level and in the realisation of the industrial park.
5. Encouraging and facilitating interfirm cooperation to enable optimisation of the energy and emission performance of companies.

In order to pursue the added value of industrial parks with regard to carbon emission reduction, park developers and managers should be supported and encouraged, potentially even challenged towards a sustainable park design. Likewise, an important role is awarded to regional planning departments in view of supporting the energy oriented site selection of an industrial park, and enabling renewable energy sources on the business park. Equally desirable is a solid support of local government actors to comply with potential difficulties when developing the park and to bear possible consequences paralleling the stated and necessary ambition level. The circle is closed since businesses' motivation is indispensable in order to reach for public support and onsite implementation. An active role of companies in the cluster management of industrial parks is considered a key issue to the process of sustainable development of industrial parks. The delineated energy and emission policy can be tailored to the needs of entrepreneurs, and companies require an active role in identifying strategies and implementing measures for reducing carbon emissions at the industrial park.

Piloting mixed industrial parks in West-Flanders provide a proper research area: a trias energetica based regulation and guidance scheme is initiated, onsite central energy production is extended with an activating role for companies in order to establish a mitigation strategy and perform mitigation measures. The integrated energy management approach is evaluated and positioned within a long term strategy.

# Lijst van afkortingen

BID	Business Improvement District
BKG	broeikasgas
CCS	carbon capture and storage
CH <sub>4</sub>	methaan
CO <sub>2</sub>	koolstofdioxide
EIP	eco-industrieel park, eco-industrial park
el	elektrisch
EPB	Energieprestatie en Binnenklimaatseisen
EPC	energieprestatiecertificaat
eq.	equivalent
ESCO	energy service company
EU ETS	European Union Emission Trading System
GSC	groenestroomcertificaat
GvO	garantie van oorsprong
HFC's	fluorkoolwaterstoffen
HVAC	verwarming, ventilatie en luchtbehandeling (heating, ventilation, air conditioning)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KMO	kleine of middelgrote onderneming
MB2007	Ministerieel besluit van 1 oktober 2007 houdende de uitwerking van de CO <sub>2</sub> -neutraliteit op de bedrijventerreinen
MB2009	Ministerieel besluit van 5 juni 2009 tot wijziging van artikelen 5, 6, 8, 10 en 11 van het ministerieel besluit van 1 oktober 2007 houdende de uitwerking van de CO <sub>2</sub> -neutraliteit op de bedrijventerreinen
N <sub>2</sub> O	distikstofoxide
n.e.g.	niet eerder genoemd

PFC's	perfluorkoolwaterstoffen
PV	photovoltaïsch
pr	primaire
REG	rationeel energiegebruik
RSV	Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen
SB2007	Besluit van de Vlaamse Regering van 16 mei 2007 houdende subsidiëring van bedrijventerreinen
SF <sub>6</sub>	zwavelhexafluoride
SME	small to medium-sized enterprise
th	thermisch
VPP	virtual power plant
WKC	warmtekrachtcertificaat
WKK	warmtekrachtkoppeling
wvi	West-Vlaamse Intercommunale



## **Hoofdstuk 1**

### **Inleiding**

Kader proefschrift: klimaatverandering, verduurzaming

## **Hoofdstuk 2**

### **Duurzame bedrijventerreinen en interbedrijfssamenwerking**

Kader verduurzaming van bedrijventerreinen

## **Hoofdstuk 3**

### **Ontwikkeling van bedrijventerreinen**

#### **Introductie tot CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen**

Kader ontwikkeling van bedrijventerreinen

Praktijkvoorbeelden maatregelen voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie op bedrijventerreinen

## **Hoofdstuk 4**

### **CO<sub>2</sub>-neutraliteit en CO<sub>2</sub>-neutraal energiegebruik**

Overzicht maatregelen voor energieregelateerde CO<sub>2</sub>-emissiereductie

## **Hoofdstuk 5**

### **Stimuleren energiemaatregelen bij bedrijven**

Bedrijfsinterne uitvoering  
CO<sub>2</sub>-neutraal  
elektriciteitsverbruik en  
trias energetica

*Het CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik kan bovendien de start betekenen voor gevorderde energie- en emissieambities op bedrijventerreinen, en de integratie ervan in de volledige ontwikkelingsdynamiek van bedrijventerreinen.*

## **Hoofdstuk 6**

### **Energieclustering op bedrijventerreinen**

Bijdrage van interbedrijfssamenwerking tot een  
CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening

## **Hoofdstuk 7**

### **Pilootprojecten**

Initiëring van CO<sub>2</sub>-neutraliteit  
op bedrijventerreinen in de praktijk

## **Hoofdstuk 8**

### **Bouwstenen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie**

Overzicht bouwstenen voor een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening  
Voornaamste keuzes in de ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-neutraliteit  
Perspectieven voor de toekomst

## **Hoofdstuk 9**

### **Algemene conclusies**

Overzicht voornaamste conclusies en perspectieven voor verder onderzoek

*De uitwerking van de verplichte CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteitsvoorziening voor bedrijven op gesubsidieerde bedrijventerreinen kent zijn wortels in de problematiek van klimaatverandering en de doelstelling van verduurzaming, en wordt gevoed door de technieken voor een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening.*

# 1. Inleiding

## 1.1. Klimaatverandering noopt tot actie

### 1.1.1. Ernst van klimaatverandering

Klimaatverandering noopt tot een radicale reductie van de uitstoot van broeikasgassen en eist een steeds dringender wordende omschakeling van economieën en levensstijlen.

Dat klimaatverandering aan de gang is en voelbare effecten met zich meebrengt, zowel op heden als onvermijdelijk in de toekomst en zowel op ecosystemen als gemeenschappen, staat niet langer ter discussie (IPCC 2007; Welzer 2008; Allison, Bindoff et al. 2009). Terwijl de massa stilaan kennis neemt van de (arbitrair) gestelde limiet van maximum 2 graden Celsius gemiddelde opwarming van de aarde ten opzichte van de pre-industriële periode, om het risico op ernstige, irreversibele en versterkende effecten<sup>1</sup> te beperken, bouwt de kennis inzake klimaatverandering zich verder op en moeten wetenschappers concluderen dat de kans op deze effecten reeds bij lagere temperatuurstijging ernstig wordt (Jones en Jacobs 2006; Smith, Schneider et al. 2008). Niet alleen de geleidelijke klimaatverandering, maar tevens de onzekerheid omtrent abrupte en irreversibele veranderingen en CO<sub>2</sub>-cycli in ecosystemen voeden een echte ongerustheid (Allison, Bindoff et al. 2009).

Een veilige grens voor de atmosferische concentratie van broeikasgassen werd geschat op 400 ppm CO<sub>2</sub>-equivalenten (Jones en Jacobs 2006). Recente statistische bronnen wijzen echter op een atmosferische concentratie van broeikasgassen van 435 ppm CO<sub>2</sub>-equivalenten ten opzichte van een (gedefinieerde) pre-industriële concentratie van 280 ppm (Stern, Peters et al. 2006; Vlaamse Milieumaatschappij 2010b). 60% van de totale antropogene uitstoot van broeikasgassen vindt zijn oorsprong in het gebruik van fossiele brandstoffen en de groei hiervan stemt overeen met de meest pessimistische scenario's van het Intergovernmental Panel on Climate Change (Metz, Davidson et al. 2007; Smith, Schneider et al. 2008; Köne en Büke 2010). Tegelijk neemt de opnamecapaciteit van ecosystemen van CO<sub>2</sub> af, waardoor een groeiend aandeel van de geëmitteerde CO<sub>2</sub> in de atmosfeer blijft hangen (Le Quéré, Raupach et al. 2009). Om het risico op een overschrijding van de 2°-limiet te beperken, dienen broeikasgasemissies zo snel als mogelijk af te nemen. De jaarlijkse antropogene uitstoot zal moeten afnemen tot beneden 1 ton CO<sub>2</sub>-eq per capita tegen 2050, wat overeenstemt met een daling van 80 à 95% van de uitstoot in ontwikkelde landen in 2000 (IPCC 2007; Allison, Bindoff et al. 2009). Des te langer actie wordt uitgesteld, des te sterker emissies uiteindelijk dienen gereduceerd te worden, en des te groter de maatschappelijke kostprijs zal zijn (Stern, Peters et al. 2006). Wetenschappers stellen zelfs nu al dat er nood zal zijn aan methoden om broeikasgasemissies terug uit de lucht te capteren (Carpentier 2009c).

Tegelijkertijd met mitigatie van de klimaatverandering, zal adaptatie aan doorgaande klimaateffecten noodzakelijk zijn. Voor ontwikkelde landen kan klimaatmitigatie nog gekwalificeerd worden als een investering, met kosten dewelke beheerst kunnen worden, om het risico op ernstige klimaateffecten te reduceren en economische kansen te grijpen (Stern, Peters et al. 2006). Voor de arme landen met al onstabiele regimes, die net de grootste effecten van klimaatverandering zullen ondervinden en er net minst historische verantwoordelijkheid voor dragen, staat het leven zelf op het spel en is een (uitgebreide) ernstige maatschappelijke ontwrichting een reële dreiging, dewelke echter ook op zijn beurt een dreiging vormt voor het comfortabele leven in het Westen (Jones en Jacobs 2006; Welzer 2008).

Het wordt steeds duidelijker dat ernstige effecten op ecosystemen en gemeenschappen wel degelijk zullen plaatsgrijpen. Acties ter reductie van de uitstoot van broeikasgassen door

gemeenschappen zullen hier geen halt meer toe roepen. Wel kan de ernst van de effecten nog gereduceerd worden. Klimaatexperts Jean-Pascal van Ypersele, Philippe Huybrechts en Mark Lynas stellen het scherper (Lynas 2008; Carpentier 2009a): in een wereld met twee graden opwarming zullen oceanen verzuren en toxisch worden voor kalksteenachtig plankton, zullen verschillende diersoorten uitsterven, zullen miljoenen mensen gedwongen worden om te verhuizen. In een business as usual-scenario is een atmosferische broeikasgasconcentratie van 1000 ppm CO<sub>2-eq</sub> en een opwarming van de aarde boven de zes graden Celsius niet onwaarschijnlijk (zie ook (Allison, Bindoff et al. 2009)). Bij zes graden opwarming zouden oceanen dan arm zijn aan zuurstof, het land op aarde zou dan veranderd zijn in een woestijn. Hoewel klimaatmodellen moeilijk precies kunnen voorspellen hoe de aarde zal evolueren, toont het toch duidelijk de ernst van de zaak aan en welke beperkte marge geboden wordt. Waar we uiteindelijk uitkomen wordt bepaald in amper de komende 50 jaar.

### 1.1.2. Actie vanuit bedrijfswereld en overheden

In deze context van een groeiend bewustzijn inzake CO<sub>2</sub>-emissies (als het voornaamste broeikasgas), claimen vele bedrijven in het Westen een of andere vorm van *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* (zie onderdeel 1.4.1.) (Grobbe, Maly et al. 2004; Stanislaw 2008; Carbon Constraint Initiatives 2010; Carbon Disclosure Project 2010; Climate Neutral Group 2010; CO2Logic 2010; The Carbon Trust 2010; The Climate Group 2010). Er zijn ondernemingen die zichzelf volledig *CO<sub>2</sub>-neutraal* verklaren, andere hebben *CO<sub>2</sub>-neutrale vestigingen*. Een groeiend aantal bedrijven biedt *CO<sub>2</sub>-neutrale diensten*, zoals goederen- of personenvervoer, of *CO<sub>2</sub>-neutrale producten*, zoals groene stroom of groen gas, aan. Velen stellen doelstellingen tot drastische reductie van hun uitstoot van CO<sub>2</sub>-emissies, terwijl sommige ook hun toeleveranciers dwingen.

De uitstoot van broeikasgassen vormt een toenemend risico voor een bedrijf om meerdere redenen (World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004). Ten eerste zal broeikasgasemissie een (grotere) last worden wanneer het overheidsbeleid aanscherpt. Ten tweede groeit het klimaataspect in belang bij keuzes van business partners, opdrachtgevers, afnemers, investeerders en verzekeraars, en bij concurrenten. De aandacht ontstaat door het toedoen van een bestaande of toekomstige kostprijs voor broeikasgasemissies (door taxatie of emissieverhandeling), stijgende brandstofprijzen of een toenemende aandacht voor de effecten van klimaatverandering. Risico's kunnen zich overigens ook elders in de waardeketen bevinden waarin het bedrijf actief is en eveneens een risico vormen voor het betrokken bedrijf (World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004).

Het is duidelijk dat de productie van elektriciteit en warmte CO<sub>2</sub>-emissies veroorzaakt, zelfs ingeval hiervoor hernieuwbare energiebronnen worden ingezet, maar daar houdt het niet mee op<sup>2</sup>. Een analyse en overzicht van de verschillende bronnen en oorzaken van broeikasgasemissies, die direct veroorzaakt worden door een bedrijf, of indirect door aankoop van energie, grondstoffen, producten, of door het gebruik en de afvalverwerking van verkochte producten, is een noodzakelijke stap om de risico's en de kosten die gepaard gaan met de uitstoot in te schatten (World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004). Een zogenaamde carbon footprint (koolstofvoetafdruk) van een individu, organisatie, event of product is zoveel als de som van broeikasgasemissies die zowel direct als indirect veroorzaakt worden door deze entiteit, uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten (World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004; The Carbon Trust 2007). Soms wordt de carbon footprint ook slechts beperkt tot enkel de CO<sub>2</sub>-emissie zelf.

Inzicht in het precieze emissieprofiel en de voornaamste oorzaken achter de belangrijkste bronnen verruimen de mogelijkheden om kostenefficiënt en effectief de emissies en de ermee gepaard gaande risico's en kosten te reduceren. Optimistisch benaderd kan de carbon footprint ook innovaties in processen, producten en diensten losweken, wat kan leiden tot een strategisch voordeel, een kostenvoordeel en een imago voordeel. Een carbon footprint wordt eveneens uitgevoerd door bedrijven die hun emissies moeten of wensen te rapporteren: aan overheden, ngo's, andere bedrijven, investeerders, aandeelhouders, klanten of vrijwillige rapportage- en eventueel reductieprogramma's, of in het kader van het verkrijgen van emissiekredieten die kunnen verhandeld worden (World Business



Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004). Het vrijwillige Carbon Disclosure Project is hiervan een voorbeeld (Carbon Disclosure Project 2010), alsook het voor zekere inrichtingen verplichte Europees Emissieverhandelingsstelsel (zie bijlage I van Richtlijn 2003/87/EG (Europees Parlement en de Raad 2009a). Vrijwillige rapportage kan bedrijven ook voorbereiden op aankomende verplichte rapportage, en de daarmee gepaard gaande implicaties.

Bijna twintig jaar nadat Hardin Tibbs (1993), toen business consultant geassocieerd aan Arthur D. Little en Global Business Network, ecologie en economie trachtte te verzoenen, wijzen nu vele grote consulting bedrijven het belang aan van een groene bedrijfsvoering. McKinsey & Company (Enkvist, Nauclér et al. 2008): "the shift to a low carbon economy is already under way and business must get ready for it [...]; the value at stake over the next two decades and beyond is going to be enormous". "The smartest companies will understand that creating products whose production results in reduced carbon emissions and fossil fuel consumption is the only way they can be sustainable. The stubborn ones will go out of business." deelt Deloitte mee (Stanislaw 2008). Goldman Sachs stelt dat ook op aandelenmarkten een bewustzijn en navenante beleggingskeuzes groeien. De klimaatbestendigheid, ofwel de strategie van bedrijven ten opzichte van veranderende olieprijs, CO<sub>2</sub>-emissiekosten en aanscherpende wetgeving hieromtrent worden meer en meer bekeken als belangrijke parameters voor de verwachte prestatie van een bedrijf en bijgevolg voor de aandelenkoers (The Goldman Sachs Group 2009). Goldman Sachs en McKinsey zijn het ermee eens dat de relevantie op de aandelenmarkten nog heel sterk zal groeien (Grobbel, Maly et al. 2004). A.T. Kearney detecteerde op heden reeds een waardering van een engagement tot duurzaamheid van bedrijven op de financiële markten: "during the current economic slowdown, companies that show a 'true' commitment to sustainability appear to outperform their industry peers in the financial markets" (A.T. Kearney Management Consultants 2009). Ondanks, of misschien dankzij, de financiële en economische crisis van 2008 en volgende jaren, prijkt 'radicale vergroening' op de vierde plaats in de top tien van bedreigingen voor bedrijven in het Ernst & Young business risk report van 2009 (Ernst & Young 2009a). Of regeringen nu actie ondernemen of de taak en uitdaging trachten uit te stellen, bedrijven wachten beter niet. Bedrijven dienen proactief de koolstofefficiëntie van hun huidige bedrijfsvoering en activa te verhogen, en nieuwe groei na te streven door het ontwikkelen of op de markt aanleveren van nieuwe producten, diensten en business modellen die noodzakelijk zijn voor een koolstofarme maatschappij. Bedrijven dienen meer bepaald op drie velden actief te zijn, waarbij ze voor zichzelf onderscheiden welke marktwijzigingen voor hen van belang zullen zijn op korte tot lange termijn als basis voor beleidsbeslissingen (Enkvist, Nauclér et al. 2008):

1. het optimaliseren van de huidige activa en producten
  - 1.1. door de verbetering van de eigen energie-efficiëntie en het gebruik van minder koolstof-intensieve brandstoffen, met behulp van betere isolatie, energie-efficiëntere verlichting en apparaten, warmterecuperatie, reductie van overcapaciteit, wijziging van gedrag, ...,
  - 1.2. door hun inzet ook door te zetten doorheen hun aanvoerketen en distributieketen, met behulp van prestatie-eisen bij de selectie van en onderhandeling met leveranciers en afnemers,
  - 1.3. door producten te ontwerpen en te produceren van meer koolstofefficiënte materialen die minder energie verbruiken en minder broeikasgassen uitstoten;
2. het ontwikkelen van nieuwe producten, diensten, business modellen en samenwerkingsverbanden met andere bedrijven om in te spelen op nieuwe marktopportunities;
3. het mede vormgeven van reguleringen.

Regeringen dienen deze tendens te volgen en het binnenlandse marktpotentieel te ondersteunen, ook om internationale competitie in een koolstofarme economie voor te bereiden en aan te kunnen (Stigson 2010). "Early action will provide our industries with a vital head start. [...] It is a policy for jobs and growth, energy security and climate risk. Most of all, it is a policy for Europe's future."

stelden de secretaris voor klimaatverandering in het Verenigd Koninkrijk, de Duitse en de Franse milieuministers in een oproep voor sterkere klimaatdoelstellingen in de EU in de Financial Times (Huhne, Röttgen et al. 2010). Ze werden ondersteund door voorzitters en CEO's van 27 bedrijven in diezelfde krant zes dagen later, als een reactie op conservatieve meningen vanuit de bedrijfswereld (Agon 2010; Harvey 2010): "The EU's future competitive advantage lies in encouraging and enabling its businesses to help drive the transformational change that will occur in the world economy within the next couple of decades, not to hide from it."

Tussen juni 2008 en februari 2009 hebben regeringen wereldwijd zichzelf geëngageerd om meer dan 430 miljard Amerikaanse dollar te investeren in stimuli, belastingverlagingen, subsidies en andere incentives, en vaardigden ze 250 reguleringen uit voor de aanpak van klimaatverandering (Ernst & Young 2009c; Ernst & Young 2009b). In elk continent zijn er grootsteden die klimaatverandering sneller willen aanpakken dan hun nationale overheden, via lokale duurzame energievoorziening en klimaatactieplannen (C40 Cities 2010; European Commission 2010b; Neves en Leal 2010). In 1996 besliste de Europese Raad al dat klimaatopwarming moet gestopt worden onder de twee graden Celsius, uiteindelijk gevolgd door de internationale gemeenschap eind 2009 op de COP15 in Kopenhagen (Commission of the European Communities 2005; United Nations Framework Convention on Climate Change 2010).

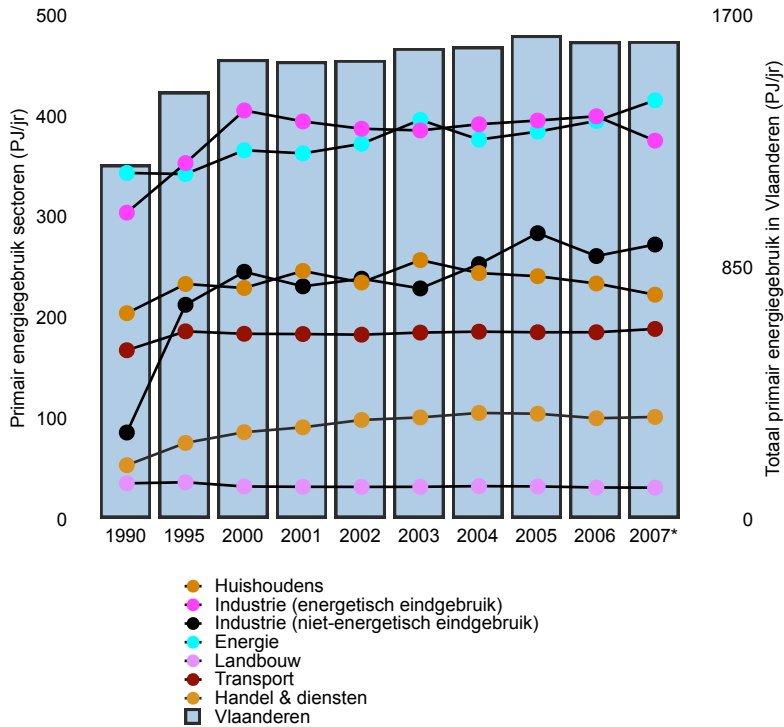
Toch blijft na de de klimaatop in Kopenhagen, waarop velen hoop gesteld hadden dat de wereldgemeenschap concrete mondiale afspraken zou maken inzake de uitstoot van broeikasgassen, een sfeer van mislukking hangen en waren de verwachtingen voor een herkansing op de klimaatop in Cancun eind 2010 laag gespannen (Carpentier 2009b; De Busschere 2010). Niet alleen is het klimaatvraagstuk in hoge mate sociaal omwille van de verwachte ernstige effecten van klimaatverandering op mensen en hele gemeenschappen, ook het mitigatievraagstuk en de verdeling van de te leveren inspanningen door de verschillende gemeenschappen in de wereld (ontwikkelde versus zich nog ontwikkelende landen) heeft een sociale impact (Jones en Jacobs 2006). In het nieuwe economische en maatschappelijke systeem zullen nieuwe winnaars en verliezers opstaan, en zal de draagkracht van de aarde, die nu onevenredig wordt aangesproken in de wereld voor de welvaart van een beperkte groep en ook nog eens vele malen wordt overtroffen, herverdeeld worden (dit stond centraal in het Brundtland-rapport (World Commission on Environment and Development 1987)). Milieu-econoom Sander De Bruyn (2010) legt uit dat de economische theorie in het verleden in het nemen van klimaatmaatregelen bij ontwikkelde landen onterecht een afremmende en ontkennende rol heeft gespeeld, maar legt tevens uit dat de economische wetenschap via het vormgeven van nieuwe instituties een cruciale rol heeft te spelen in een transitie van het economisch weefsel (zie ook (Jones en Jacobs 2006)). "De economische wetenschap zou politiek bepaalde doelstellingen zoals binnen de 2 graden grens blijven, als gegeven moeten nemen en vervolgens, middels kosteneffectiviteitsanalyse, moeten bepalen hoe we daar zo goedkoop mogelijk kunnen komen" (De Bruyn 2010).

## **1.2. Broeikasgasuitstoot en klimaatbeleid in Vlaanderen**

### **1.2.1. Energiegebruik en broeikasgasemissies in Vlaanderen**

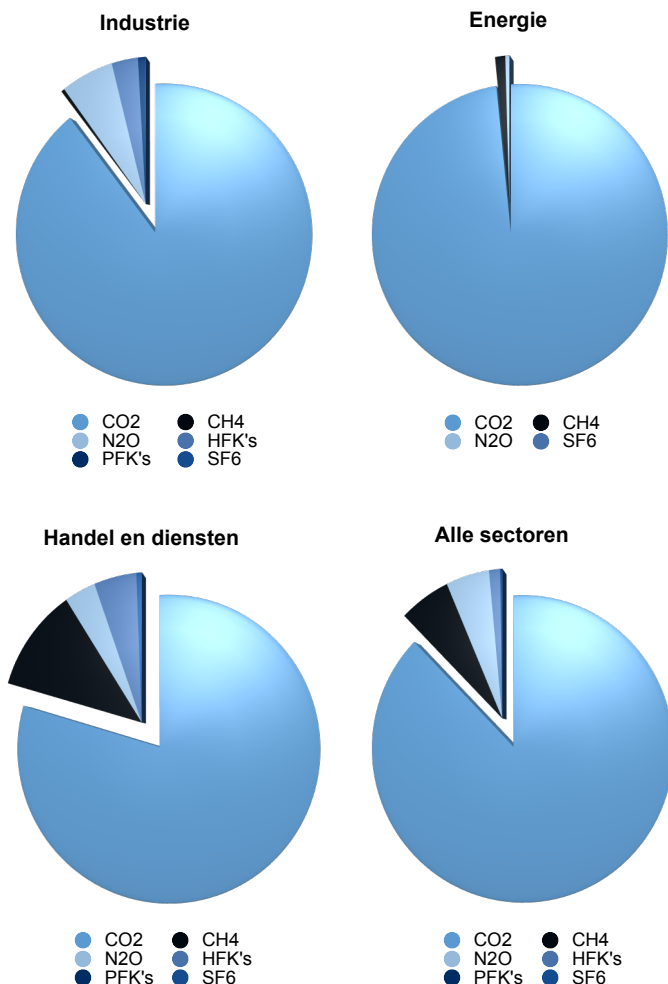
Broeikasgassen worden voor een groot deel geëmitteerd door het verbruik van fossiele brandstoffen (IPCC 2007). Het primair eindenergiegebruik in Vlaanderen bedraagt ongeveer 1610 PJ/jaar (Milieurapport Vlaanderen 2010). Dit komt overeen met het warmteverbruik in de woningen van bijna 49 miljoen Vlamingen (in de periode 2003-2008 bedroeg het gemiddelde verbruik voor verwarming bij de huishoudens in Vlaanderen 33 GJ/inwoner (Vlaamse Overheid BedrijfsInformatie Platform 2011)). Het primair eindenergiegebruik verdeelt zich als volgt: 14% voor rekening van de huishoudens, 23% voor rekening van het energetisch eindgebruik van de industrie en 17% voor het niet-energetisch eindgebruik van energiebronnen, 6% voor de handel en diensten, 26% voor de energiesector (energieverliezen in energietransformatie en transmissie/distributie, en eigen gebruik), 12% voor het transport en ten slotte 2% voor de landbouw. Het energiegebruik in Vlaanderen vertoonde in de periode

2000-2007 een licht stijgende trend. Opvallendste stijgers hierbij zijn de handel en diensten, het niet-energetisch eindgebruik van energiebronnen in de industrie en de energiesector (zie Figuur 1.1).



*Figuur 1.1: Evolutie van het primair eindenergiegebruik in de verschillende sectoren in Vlaanderen (Milieuraapport Vlaanderen 2010)*

Om het opwarmende effect door de emissie van de verschillende broeikasgassen te kunnen vergelijken, worden de emissiehoeveelheden meestal uitgedrukt in equivalente CO<sub>2</sub>-emissiehoeveelheden, omgerekend met behulp van de Global Warming Potential van elk gas (IPCC 2007). De broeikasgasemissies in Vlaanderen verhouden zich als volgt: 15% is voor rekening van de huishoudens, 23% voor de industrie, 5% is voor de handel en diensten, 29% voor de energiesector, 17% voor transport en 11% voor de landbouw. Hierbij zijn de opwarmende emissies meegerekend die in het Kyoto Protocol zijn meegenomen (Annex A (United Nations 1998)), zijnde de broeikasgassen koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), distikstofoxide (N<sub>2</sub>O), fluorkoolwaterstoffen (HFC's), perfluorkoolwaterstoffen (PFC's), en zwavelhexafluoride (SF<sub>6</sub>)<sup>3</sup>. CO<sub>2</sub>-emissies zijn veruit de grootste bron van broeikasgasemissies onder de Kyoto-gassen (zie Figuur 1.2). Voor de energiesector is dit zeer duidelijk, met ongeveer 99% van de broeikasgasemissie afkomstig zijnde van CO<sub>2</sub> (Lodewijks, Brouwers et al. 2009). Het grote aandeel van methaanemissies in de handel en diensten situeert zich in de verwerking van afval.



*Figuur 1.2: Verdeling van de broeikasgassen in de emissie van verschillende sectoren en alle sectoren (in CO<sub>2</sub>-eq) (Milieuraapport Vlaanderen 2010)*

De uitstoot van broeikasgasemissies in Vlaanderen vertoont in tegenstelling tot het energiegebruik wel een lichte daling (zie Figuur 1.3). Daarmee lijkt een positieve evolutie ingezet. De industrie verminderde haar emissies sterk. Hierbij gaat het niet alleen om de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie: belangrijke reducties werden geboekt in de uitstoot van PFK's en SF<sub>6</sub> (installatie fluoriderecuperatie-eenheid bij één chemisch bedrijf), N<sub>2</sub>O (ingebruikname katalysatoren in de chemische industrie) en CH<sub>4</sub> (valorisatie stortgas en beperkingen op storten van afval) (Vlaamse Milieumaatschappij 2010a; Vlaamse Milieumaatschappij 2010b). De emissies van de energiesector lijken de laatste jaren in een dalende trend te zijn gekomen, alsook van de handel en diensten. De emissies door transport stijgen dan weer. Emissies door internationale luchtvaart en scheepvaart werden hierbij niet in beschouwing genomen.

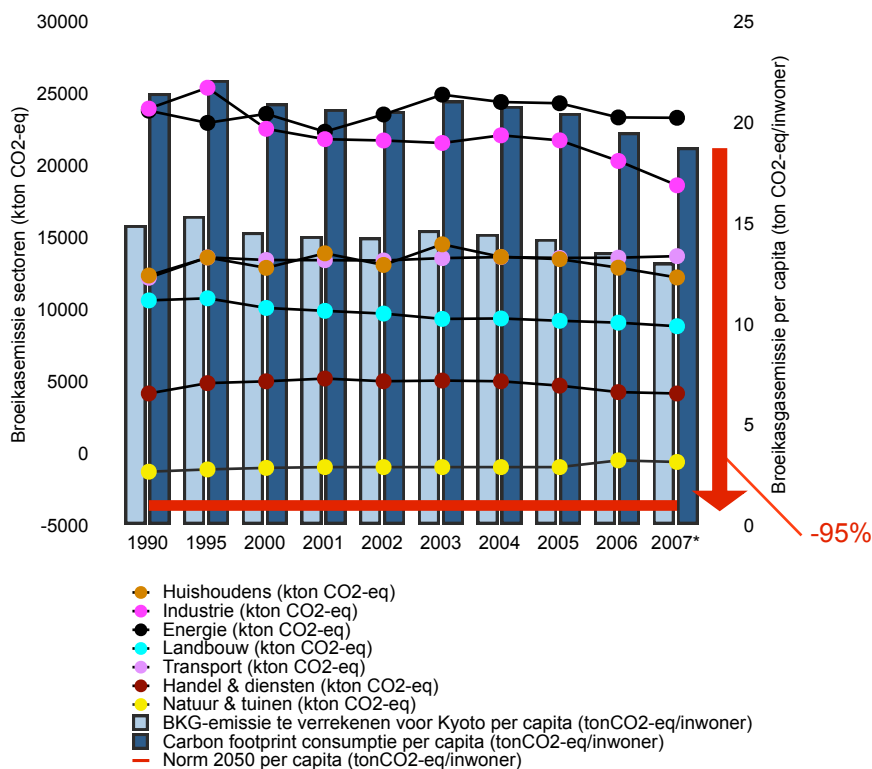
Er heerst echter een grote tegenstelling tussen de dalende broeikasgasemissies in Vlaanderen en de EU, in vergelijking met de sterk groeiende emissies mondiaal. Tussen 1990 en 2006 is de mondiale jaarlijkse CO<sub>2</sub>-emissie met 35% gestegen, terwijl de landen aangesloten bij het Kyoto Protocol de 5% reductie van broeikasgasemissies voor de periode 2008-2012 ten opzichte van 1990 wel lijken te

zullen halen (Peters en Hertwich 2008; Vlaamse Milieumaatschappij 2010a). Deze stijging is echter niet alleen te wijten aan de groeiende consumptie in de zich ontwikkelende landen, waaronder de BRIC-landen. Ze is eveneens te wijten aan de delokalisering en internationale handel. Peters en Hertwich (2008) berekenden onder meer de CO<sub>2</sub>-emissie voor België voor het jaar 2001 zowel op basis van de binnenlandse productie (126 Mton CO<sub>2</sub>) als op basis van de binnenlandse consumptie (181,9 Mton CO<sub>2</sub>). De eerste is de basis voor de rapportage voor Kyoto, terwijl de tweede als de emissie door toedoen van een levensstijl bestempeld kan worden. De CO<sub>2</sub>-emissie door binnenlandse consumptie ligt aldus 44% hoger dan wat op heden gerapporteerd wordt.<sup>4</sup> Maar liefst 29,3% van de emissies voor Belgische importproducten zijn uitgestoten in landen die niet onder het Kyoto Protocol vallen. Op vandaag wordt dit koolstoflek nog niet in rekening gebracht voor de rapportage van de emissies van landen; echter voor een effectieve aanpak zal dit in de toekomst wel moeten, en kunnen vervolgens comparatieve voordelen in de vermindering van broeikasgasemissies in de verschillende landen voor de productie van goederen net positief ingezet worden, aldus Peters en Hertwich (2008).

De broeikasgasemissie door toedoen van binnenlandse consumptie in Vlaanderen kan geschat worden op basis van de Belgische cijfers van Peters en Hertwich (2008). Een zelfde verhouding kan toegepast worden op Vlaanderen om een schatting te bekomen van de werkelijke CO<sub>2</sub>-emissie van Vlamingen; voor een eerste inzicht zou deze verhouding bovendien toegepast kunnen worden op de andere broeikasgasemissies. Hierbij wordt aldus ondersteld dat de omrekenfactor niet verslechterd is sinds 2001, wat evenwel goed mogelijk is. Op basis van deze omrekening voor Vlaanderen komt de broeikasgasemissie neer op 13 ton CO<sub>2-eq</sub> per capita (bevolkingscijfers afkomstig van (Vlaamse Overheid BedrijfsInformatie Platform 2011)) voor de binnenlandse productie en op 19 ton CO<sub>2-eq</sub> per capita voor de binnenlandse consumptie. Rekening houdend met de doelstelling om ernstige effecten van klimaatverandering alsnog te vermijden en een nodig emissieplafond daarvoor te bereiken van minder dan 1 ton CO<sub>2-eq</sub> (Allison, Bindoff et al. 2009), is inderdaad een reductie van de broeikasgasemissies nodig van minstens 92% respectievelijk minstens 95% in Vlaanderen tegen 2050 (97% ingeval van een norm van 0,5 ton CO<sub>2-eq</sub> die Allison, Bindoff et al. eveneens opwerpen). De vraag is dus niet in welke sector emissies gereduceerd dienen te worden, maar wel hoe in elke sector. Wetenschappelijk en maatschappelijk kan het verdedigd worden dat eerst die emissies aangepakt worden, die met de minste inzet van kapitaal kunnen bereikt worden, aangezien

- de kostprijs voor de aankoop van CO<sub>2</sub>-emissierechten nu nog erg laag ligt maar verwacht wordt dat deze wel zal stijgen (zie onderdeel 6.1.1.);
- hoe later de emissiepiek valt, hoe groter de uiteindelijke inspanningen moeten zijn voor eenzelfde atmosferische broeikasgasconcentratie (zie onderdeel 1.2.2.);
- en bijgevolg des te groter de uiteindelijke maatschappelijke kostprijs zal zijn (zie onderdeel 1.1.1.).

Anderzijds dient erover gewaakt te worden dat ook in deze het gelijkheidsbeginsel (Artikel 1 en 2 van de Universele verklaring van de rechten van de mens; Artikel 10 en 11 van de Belgische Grondwet) gerespecteerd wordt. Een grondige analyse is aldus noodzakelijk hoe de kosten voor de uitvoering van maatregelen zich verdeelt over de individuen in de maatschappij als gevolg van wettelijke verplichtingen of stimulansen voor alle of een selectie van maatschappelijke actoren (directe en indirecte kosten meegenomen). Het algemene rechtsbeginsel 'de vervuiler betaalt'<sup>5</sup> kan hierbij als een eerste aanzet dienen.



Figuur 1.3: Evolutie van de broeikasgasemissie van de verschillende sectoren in Vlaanderen enerzijds en binnenlandse broeikasgasemissie, broeikasgasemissie door binnenlandse consumptie en te halen norm voor broeikasgasemissie tegen 2050 anderzijds (Milieuraapport Vlaanderen 2010; Vlaamse Overheid BedrijfsInformatie Platform 2011)

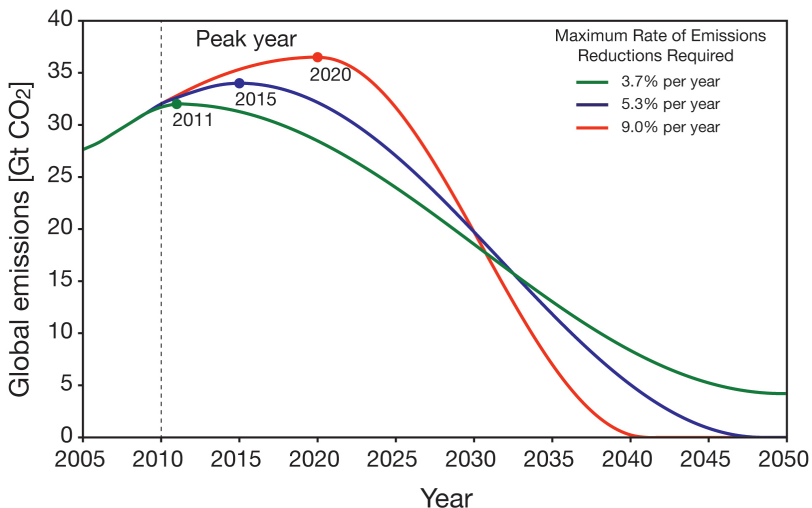
## 1.2.2. Klimaatbeleid van toepassing op en in Vlaanderen

Het Kyoto Protocol werd in 1997 ondertekend en trad in voege op 16 februari 2005 (United Nations 1998; United Nations Framework Convention on Climate Change 2011). De Europese Raad ratificeerde het protocol in 2002 (Council of the European Union 2002). Het kent geïndustrialiseerde landen een hoeveelheid uitstootrechten voor broeikasgassen toe voor de 5-jarige periode 2008-2012. Na de interne herverdeling binnen de Europese Unie dient België zijn uitstoot van broeikasgassen in de periode 2008-2012 gemiddeld met 7,5% terugschroeven ten opzichte van de uitstoot in 1990 (National Climate Commission 2009; European Commission 2010a).

De EU heeft zich geëngageerd om de leiding te nemen in klimaatmitigatie, zowel door interne maatregelen als in het pogen om een internationaal akkoord te sluiten (Commission of the European Communities 2007a). De Europese Commissie lanceerde daartoe het Energie- en Klimaatpakket voor 2020 (20/20/20-doelstellingen): een engagement om het primair energiegebruik 20% lager te stellen in 2020 dan de toenmalige trends voorspelden voor dat jaar (Commission of the European Communities 2006), een aandeel van 20% hernieuwbare energie in het energiegebruik (Commission of the European Communities 2007b) en een reductie van 20% van de binnenlandse broeikasgasemissie ten opzichte van het niveau in 1990 (30% ingeval van een voldoende ambitieus internationaal akkoord) (Commission of the European Communities 2007a). Deze doelstellingen werden bevestigd door de Europese Raad op de voorjaarsstop van 8-9 maart 2007. Hierbij worden alle sectoren in het vizier genomen, waaronder transport, industrie en de energiesector. Voor de sectoren/installaties die onder de Richtlijn

Emissiehandel (Europees Parlement en de Raad 2009a) vallen, voorziet de Europese richtlijn daartoe een reductie van de gezamenlijke broeikasgasemissie van 21% tegen 2020 t.o.v. 2005 (overweging 5 van Richtlijn 2009/29/EG (European Parliament and the Council 2009b)). Dit instrument bereikte 45% van alle CO<sub>2</sub>-emissies in de EU in 2007 (Commission of the European Communities 2007a) en werd verder versterkt door Richtlijn 2009/29/EG door andere emissies dan CO<sub>2</sub>, alsook de luchtvaart, mee te nemen<sup>6</sup>. Voor de andere sectoren/installaties dient België een reductie van 15% te behalen tegen 2020 t.o.v. hetzelfde referentiejaar (zie bijlage II in Beschikking 406/2009/EG (European Parliament and the Council 2009a)). Deze specifieke reductiedoelstellingen dienen opgetrokken te worden ingeval besloten wordt tot een algemene 30%-reductiedoelstelling.

Om de klimaatverandering te stabiliseren, dient de broeikasgasemissie van de ontwikkelde landen tegen 2030 best gehalveerd te worden om tegen 2050 80-95% lager te liggen t.o.v. 1990 (Vlaamse Milieumaatschappij 2009), dit wellicht (of misschien niet?) in de context van een verhoogd BBP (Stern, Peters et al. 2006). Recent werd een 80%-reductiedoelstelling voor de EU in een Roadmap 2050 door de Europese Commissie bekendgemaakt (European Commission 2011). Om op lange termijn een evenwicht te vinden met de opnamecapaciteit van broeikasgassen van de atmosfeer en de aarde, dient de wereldwijde uitstoot uiteindelijk tot 5 Gton CO<sub>2</sub>-eq te dalen waar de huidige uitstoot ongeveer tien maal zo hoog (2004) uitkomt en nog steeds stijgende is (Stern, Peters et al. 2006; IPCC 2007). De ontwikkelde landen dienen aldus plaats te bieden aan zich ontwikkelende landen in de emissiedraagkracht van de aarde. Dit emissieplafond geldt in de veronderstelling dat in tussentijd de emissie van broeikasgassen snel genoeg is gedaald. Indien niet en bijgevolg de atmosferische concentratie van broeikasgassen te hoog ligt, zal het (netto) emissieplafond in 2050 nog lager dienen te liggen (zie Figuur 1.4). Bovendien is een tijdelijke (en nu al aanwezige) 'over-shoot' erg riskant om ernstige effecten te veroorzaken (Stern, Peters et al. 2006). Allison, Bindoff et al. (2009) stellen daarom dat de mondiale emissies al dienen te pieken in 2015. Dit zal niet mogelijk zijn indien Kyoto-landen hun broeikasgasemissies blijven delokaliseren naar landen die zich beroepen op hun recht om hogere emissies uit te stoten in een context van groeiende welvaart.



*Figuur 1.4: Voorbeelden van mondiale CO<sub>2</sub>-emissietrajecten met gelijke cumulatieve CO<sub>2</sub>-emissie van 750 Gton voor de periode 2010-2050. Hierbij is er 67% kans dat de opwarming van de aarde onder de 2°C blijft (Allison, Bindoff et al. 2009)*

Beleidsmaatregelen ter reductie van broeikasgasemissies in België liggen verspreid over het federale en het regionale niveau, zelfs op het lokale niveau (National Climate Commission 2009; De

Persgroep 2010). Belastingsmaatregelen worden genomen door zowel het federale als het regionale niveau. De regionale overheden zijn bevoegd voor milieubeleid, waaronder rationeel energiegebruik en de nieuwe energietechnologieën waarmee onder andere hernieuwbare energie bedoeld wordt, maar niet de nucleaire energie. De Belgische territoriale zee valt anderzijds onder federale bevoegdheid, incl. het milieubeleid. Een aantal belangrijke maatregelen zijn de ondersteuning van de groene stroomproductie via groenestroomcertificaten, investeringsondersteuning voor rationeel energiegebruik en hernieuwbare energieproductie, energienormen voor gebouwen, en de audit- en benchmarkingconvenanten (zie hoofdstuk 4). Activiteiten op bedrijventerreinen veroorzaken broeikasgasemissies die zich voornamelijk vertonen in de sectoren industrie, energie en handel en diensten, doch tevens transport. De Vlaamse subsidieregeling voor de aanleg en heraanleg van bedrijventerreinen werd eveneens aangepast met aandacht voor de CO<sub>2</sub>-emissies.

## **1.3. Inzet van een duurzame energievoorziening**

### **1.3.1. Productie van hernieuwbare energie**

Zowel voor elektriciteit als voor warmte- en koudevoorziening is een 100% groene energievoorziening<sup>7</sup> noodzakelijk om de nodige reductie van 80 à 95% in de broeikasgasemissie te bereiken (zonder de tijdelijke oplossing van carbon capture and storage (Piessens, Baele et al. 2010) en zonder het probleem van kernafval). Voor elektriciteit zijn er verschillende studies die aangeven dat dit wel degelijk mogelijk zou zijn tegen 2050, mits vandaag al voor de investeringen die zich stellen de beste koolstofarme energiesystemen ingezet zouden worden. Voor warmte en koeling geeft de European Renewable Energy Council dit aan. De meeste technologieën zijn voorhanden om deze doelstelling te bereiken, al resten er nog verschillende uitdagingen. Cruciaal is niet de een of andere technologie, maar net de samenwerking van alle hernieuwbare energietechnologieën (European Climate Foundation, McKinsey & Company et al. 2010; European Renewable Energy Council 2010; European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling 2010; Farhangi 2010; PricewaterhouseCoopers LLP, Potsdam Institute for Climate Impact Research et al. 2010).

Elektrische energie zal voor een groot deel geleverd moeten worden door zonnecentrales en windturbines. Biomassa wordt op heden meer en meer ingezet voor de productie van zowel elektriciteit als warmte. De European Renewable Energy Council stelt biomassa als belangrijk ter balancerings voor de variabele hernieuwbare energieproductie. Bergsma, Kampman et al. (2010) verwachten echter dat in de toekomst een sterke concurrentie zal ontstaan om de beschikbare biomassa voor verschillende toepassingen. Ter balancerings kunnen ook vraagmanagement van het elektriciteitsverbruik, opslag van elektriciteit en stuurbare geconcentreerde zonnecentrales en geothermische elektriciteitscentrales in een Europees kader helpen.

Diepe geothermie kan ingezet worden voor verwarming en indirect koeling via sorptiekoeling, maar ook voor elektriciteitsproductie. Men verwacht dat diepe geothermie een belangrijke rol zal spelen als stuurbare elektriciteitscentrales (Dreesen en Laenen 2010; European Renewable Energy Council 2010; European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling 2010). Ondiepe geothermie kan aangesproken worden zowel voor het verwarmen als koelen, en kan gebruikt worden als opslagmedium. Ook van de markt van thermische zonnecollectoren wordt verwacht dat deze nog sterk zal groeien, met een hogere integratie in gebouwen en industriële processen (European Renewable Energy Council 2010; European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling 2010).

### **1.3.2. Belang van de reductie van het energiegebruik**

De European Renewable Energy Council (2010) veronderstelt voor Europa's 100% hernieuwbare energievoorziening een sterke reductie van het energiegebruik als eerste en cruciale insteek: een 38% lager energiegebruik ten opzichte van 2010. In de studie van PricewaterhouseCoopers voor een 100% hernieuwbare elektriciteitsvoorziening wordt geen reductie van het elektriciteitsverbruik verondersteld, maar lost men dit op door een netto-invoer van elektrische energie vanuit Noord-Afrika (PricewaterhouseCoopers LLP, Potsdam Institute for Climate Impact



Research et al. 2010). Ecofys komt tot de conclusie dat 95% van het mondiale energiegebruik gedekt kan worden door hernieuwbare energie tegen 2050 (WWF International, Ecofys et al. 2011). Hiervoor is inderdaad een mix aan verschillende hernieuwbare energietechnologieën nodig, maar vooral ook een beperking van het mondiale energiegebruik. Waar het gemiddelde energiegebruik op heden ligt op ongeveer 47 GJ/jaar per capita zal deze moeten dalen tot beneden de 30 GJ/jaar per capita, ofwel een daling van ongeveer 35% op mondiaal vlak (WWF International, Ecofys et al. 2011). In Vlaanderen bedraagt het energiegebruik momenteel 263 GJ per capita (1 610 PJ/jaar in 2007 gespreid over 6 120 000 Vlamingen (Milieuraapport Vlaanderen 2010)), wat aldus zou betekenen dat een reductie van het energiegebruik nodig zou zijn van maar liefst 90%.

Beperkingen voor de productie aan hernieuwbare energie zijn te vinden op vlak van het energie-aanbod, op technisch vlak door de stand van de technologie, op ruimtelijk vlak door de puur ruimtelijke of sociaal bepaalde restricties voor de oprichting van energie-installaties, op financieel vlak, op organisatorisch vlak, enz. (zie ook onderdeel 6.3.2.). Volgens Diederer (2010) zou voor de inzet van hernieuwbare energietechnologieën, en de elektriciteitsnetten, elektronica en informatietechnologieën die deze nieuwe technologieën moeten ondersteunen, de voorraad aan metalen eveneens een belangrijke restrictie kunnen betekenen. Net zo voor elektrische voertuigen, batterijen, brandstofcellen etc. De ontginning van nieuwe grondstoffen gaat gepaard met het gestaag opzoeken van steeds moeilijker ontginbare reserves. Moeilijker ontginbare bronnen of bronnen met lagere concentraties verhogen echter de energievraag. Ook materialen in producten die eerder gestort werden, vragen voor herontginning energie-input, zeker als ze niet ontworpen werden met het later hergebruik van de materialen in gedachte. Diederer waarschuwt daarom dat een schaarste aan metalen een schaarste aan energie zal betekenen en omgekeerd. Wanneer aldus de omschakeling naar alternatieve energiebronnen pas op gang komt bij groter wordende materiaalschaarste zou het tekort aan energie de productie van hernieuwbare energie ernstig kunnen beperken. De onzekerheid inzake deze materiaalvoorraden beperkt bijgevolg de voorspelling van het potentieel aan ontginbare hernieuwbare energie. Volgens de auteur zijn zes strategieën nodig om een gecontroleerde afname van het verbruik van materialen en energie te ontplooiën (Diederer 2010):

1. reductie van het materiaalverbruik en de behoefte aan producten ("dematerialisation");
2. langere levensduur van producten;
3. verhoogde recyclage en dus behoud van materialen ("industrial ecology");
4. substitutie van schaarse materialen door minder schaarse en veel voorkomende materialen ("cleaner production");
5. betere product- en procesontwerpen voor recyclage en herstelling ("design-for-environment");
6. kennis en beheer van de resterende materiaalvoorraden.

Niet alleen technologische innovaties zullen volstaan, ook andere business concepten zoals product-dienstcombinaties, en socio-technische innovaties zullen dienen bij te dragen, zelfs een reductie van de invulling in behoeften zelf (Paredis 2009; Vlaamse Milieumaatschappij 2009; Diederer 2010; Berkhout 2011; WWF International, Ecofys et al. 2011). Op die manier kan het energiegebruik dalen, maar kunnen ook meer nieuwe grondstoffen en gerecycleerde materialen ingezet worden voor de energievoorziening.

De inzet van hernieuwbare energie in een strategie van duurzame ontwikkeling moet bijgevolg met de nodige omzichtigheid benaderd worden. De recente discussie over de duurzaamheid en CO<sub>2</sub>-reductie van biobrandstoffen ligt nog vers in het geheugen (Projectgroep Duurzame productie van biomassa 2006; Gore 2009). Diederer (2010) wijst op het bestaan van Jevon's paradox of het rebound effect, waarin energie-efficiëntere en daardoor in gebruik goedkopere technologieën, een toenemend gebruik tot gevolg hebben en globaal leiden tot net een groter energiegebruik in plaats van een kleiner. In het huidige welvaartmodel is economische groei een sterke doelstelling in zich ontwikkelende landen en nog steeds een noodzaak in ontwikkelde landen (Ayres 2008). Een business-as-usual scenario zou daarbij uitkomen op een verachtvoudiging van het grondstoffenverbruik tegen 2050 (Ayres 2008).

Aangezien een perfect - tegelijk onmogelijk - hergebruik van de beperkte voorraad aan materialen, toch een grote energie-input behoeft (Ayres 1998; Ayres 2004; Ignatenko, van Schaik et al. 2007), leidt een continue versnelling van de materiaalcyclus in functie van toenemende economische groei zelfs binnen dit model tot een immer groeiende energievraag. Hoewel inderdaad technologieën evolueren en de vindplaatsen voor hernieuwbare energie kunnen uitgebreid worden (zoals tot de ruimte, de maan, etc.), kan weliswaar de vraag gesteld worden of dit aldus een duurzame ontwikkeling betekent op lange termijn. De inzet van hernieuwbare energie in een evolutie tot duurzaamheid, bekleedt alsdan wel een cruciale maar toch een bescheiden functie. Mogelijk dient het maatschappelijk model en het economisch systeem eveneens aan de basis hervormd te worden, zie bijvoorbeeld Jones en Jacobs (2006) en Lietaer (2001).

## 1.4. Onderzoek op CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen

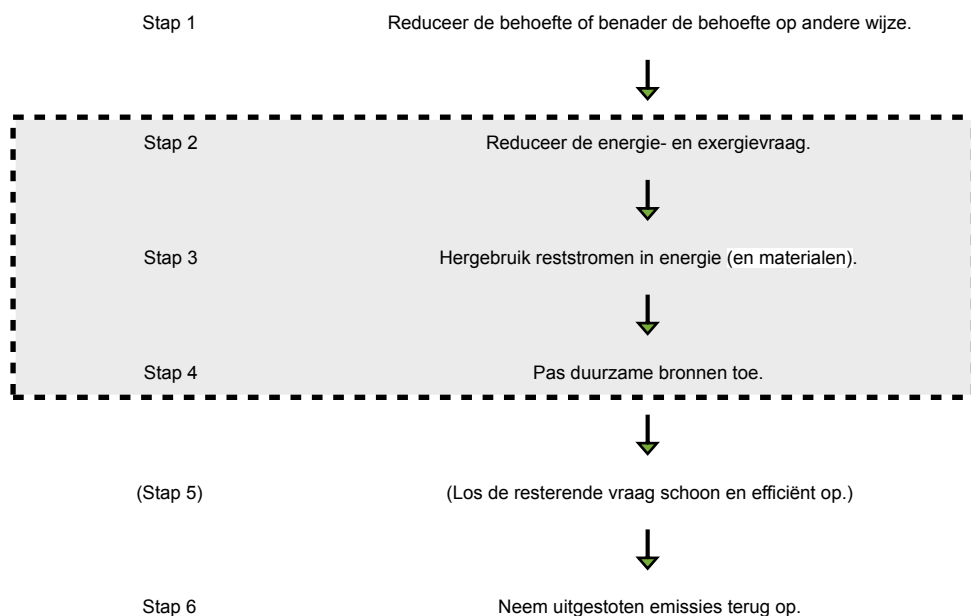
### 1.4.1. Afbakening onderzoek

In het zog van de Europese Unie, zetten de federale en regionale overheden in België EU-richtlijnen om in nationale en regionale wetgevingen en experimenteren ze met innovatieve stimuli. In onderhavig onderzoek staat één regulerend Vlaams kader centraal, namelijk de in 2007 geïntroduceerde publieke financiële ondersteuningsregeling voor de aanleg en heraanleg van bedrijventerreinen. Het bestaande ondersteuningskader, dat stamt van 2003, werd in het jaar 2007 immers hernieuwd, met één opmerkelijke toevoeging. Vanaf dan dienen alle nieuw gevestigde bedrijven *CO<sub>2</sub>-neutraal* te zijn, wil een terreinontwikkelaar of terreinbeheerder nog financiële ondersteuning verzoeken van de Vlaamse Overheid. Letterlijk slaat de term *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* op een netto nuluitstoot van CO<sub>2</sub>. Toch kan de term nog velerlei betekenissen worden gegeven in praktijk door verschillende gebruikers van de term, zoals een nuluitstoot van ook andere klimaatopwarmende stoffen als een uitbreiding, of zoals enkel een nuluitstoot voor een beperkt aantal emissiebronnen als een beperking. Voor een werkbaar juridisch kader dient de term *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* dan ook verder gespecificeerd te worden. In tegenstelling tot de Britse norm PAS 2060 (zie onderdeel 4.1.2.) geeft de Vlaamse Regering (op heden) een engere invulling aan het begrip. Het definieert *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* als een *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* meer bepaald door het verbruik van groene stroom of de compensatie van CO<sub>2</sub>-emissies (zie onderdeel 5.1.).

Onderhavig proefschrift behandelt het onderwerp van de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies op bedrijventerreinen, met een focus op de energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissiereductie, met name voor de voorziening in elektriciteit maar ook warmte. Binnen deze energievoorziening is CO<sub>2</sub> veruit het voornaamste broeikasgas (zie onderdeel 1.2.1.). De *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* voor de subsidiëring van bedrijventerreinen in Vlaanderen wordt als kapstok gebruikt, omdat dit op heden in de praktijk de toegang tot energiemanagerment op bedrijventerreinen betekent, dankzij de financiële ondersteuning. Het werd echter al snel duidelijk in de praktijk dat diverse terreinontwikkelaars en -beheerders bovendien verder wilden gaan dan de gestelde minimumeisen op vlak van *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* en een breder reglementair kader wilden opzetten voor het stimuleren van de reductie van energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies bij nieuwe bedrijfsvestigingen op bedrijventerreinen. Deze blijk van interesse in innovatie door terreinontwikkelaars en -beheerders in hun bedrijfsvoering stond centraal in onderhavig onderzoek.

De trias energetica-strategie (zie onderdeel 4.2.1.) dient in het bestuurlijk beleid inzake een duurzaam energiegebruik veelal als leidraad. Ook in dit werk is dit concept daarom bewaard en verklaard. Voor een volledig stappenplan tot een nuluitstoot van CO<sub>2</sub>-emissies dienen evenwel methodieken hieraan toegevoegd te worden die toch gecreëerde CO<sub>2</sub> en zelfs uitgestoten CO<sub>2</sub> weer op kunnen nemen. Vooraf dient nog de stap gezet te worden die de behoefte aan een product, proces, ruimte, etc. zelf reduceert of er op een andere wijze op inspeelt (van individuele aanpassing tot socio-technische transitie). De volledige strategie dient op alle oorzaken van energiegebruik toegepast te worden, zoals het gebouw, het proces, het product, het transport, etc. In deze aanzet wordt de focus echter toch beperkt tot de reductie van de energievraag (zie Figuur 1.5; zie onderdeel 4.2.1.), het

hergebruik van reststromen en het gebruik van hernieuwbare energiebronnen, vooral gericht op de vaste inrichtingen op het bedrijventerrein zelf, gezien hier vooral de meerwaarde van een energiemangement op en een energieplanning voor bedrijventerreinen zal liggen.



*Figuur 1.5: Stappenplan voor een duurzame CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening. Onderhavig onderzoek beperkt de focus tot de reductie van de exergievraag, het hergebruik van reststromen en het gebruik van hernieuwbare energie (zie onderdeel 4.2.1.)*

Aangezien dit domein van actie nog erg pril is, wordt ter conclusie vooral gefocust op de perspectieven die de CO<sub>2</sub>-neutraliteit op bedrijventerreinen nog te bieden kan hebben. Er wordt een basis gelegd voor verdere uitwerking in de praktijk.

### 1.4.2. Onderzoeksmethodiek

De concrete aanleiding voor onderhavig onderzoek was de praktische toepasbaarheid van de subsidieregeling voor bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders voor de aanleg en heraanleg van bedrijventerreinen (zie Kader 1.1). Als basis werd daarom vooreerst de ruimte binnen dit gestelde kader afgemeten. Enkele vroege ontwikkelingen, die meteen de uitbreiding naar rationeel energiegebruik voorafgaand aan CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik als noodzakelijk aanvoelden, werden eveneens bestudeerd om de behoefte op het veld te kunnen inschatten. De eerste materialisaties op bedrijventerreinen drongen zich al snel op en leidden tot een verdere uitbouw van de reeds genomen initiatieven. Deze kennis werd daaropvolgend ingezet voor de ondersteuning van de opbouw van een eerste “Handleiding voor CO<sub>2</sub>-neutraliteit” uitgegeven door het Agentschap Ondernemen, het agentschap dat de subsidieregeling beheert.

Er werd echter aangevoeld dat er nood was aan een meer integrale aanpak van de ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen met het oog op de ernstige uitdagingen die gesteld worden aan de bedrijvigheid in het Westen en aldus ook in Vlaanderen. Een concreet onderzoek werd opgericht voor de opstart van collectieve energieproductie door bedrijven. Interbedrijfssamenwerking dat eerder al het onderwerp van onderzoek was inzake de projecten voor de verduurzaming van bedrijventerreinen en

een centrale positie bekleedt in de Onderzoeksgroep Milieu- en Ruimtebeheer waarin onderhavig onderzoek is ingebed, werd verder uiteengelegd binnen het kader van de reductie van CO<sub>2</sub>-emissies door de energievoorziening op bedrijventerreinen. Ook het ontwerp van het bedrijventerrein werd onderwerp van onderzoek.

De uitgebouwde methodiek voor het *CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteitsverbruik* op nieuwe bedrijventerreinen werd, geleid door concrete vragen vanuit de praktijk door terreinontwikkelaars en terreinbeheerders, uitgespit, verbreed en onderbouwd om op die manier te komen tot de voornaamste bouwstenen die het gehele ontwikkelingstraject van bedrijventerreinen overschouwen. Tijdens het doctoraatsonderzoek werden concrete maatregelen getoetst aan ervaring van ontwikkelaars en beheerders, dit om de praktische toepasbaarheid van onderhavig werk te maximaliseren.

#### **Kader 1.1: Partnerschap met de West-Vlaamse Intercommunale (wvi)**

West-Vlaamse Intercommunale (2009c): "Wvi is in Vlaanderen een voortrekker op het gebied van de ontwikkeling en het beheer van duurzame bedrijventerreinen. *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* is een aspect van duurzame kwaliteit dat snel aan belang wint en dat in onze aanpak nog niet in detail was bestudeerd. Ook de vennoten van wvi – de gemeenten en de Provincie – werden zich steeds sterker bewust van de CO<sub>2</sub>-problematiek. Daarom besloten de bestuursorganen van wvi om werk te maken van een strategie. Wvi gaat de uitdaging aan om die eis om te vormen in een positief verhaal, niet alleen voor de samenleving en het milieu, maar ook voor de bedrijven zelf." Om de nodige expertise in huis te halen, ging wvi een intensieve samenwerking aan met de Onderzoeksgroep Milieu- en Ruimtebeheer van de Afdeling Mobiliteit en Ruimtelijke Planning van de Universiteit Gent. Onderhavig doctoraatsonderzoek kende hierin zijn aanleiding.

### **1.4.3. Doelgroep**

Duurzame bedrijventerreinen of eco-industriële parken worden in de wetenschappelijke literatuur veelvuldig beschreven, dikwijls met een focus op het algemene kader of op specifieke terreinen of clusterprojecten. Een diepgaande analyse van alle aspecten van duurzame bedrijventerreinen met betrekking tot de energie-aanpak in alle fasen van de ontwikkeling van een bedrijventerrein ontbrak tot op heden. Dit onderzoek biedt dan ook een aanvulling op de wetenschappelijke kennis van duurzame bedrijventerreinen. Ook aangaande het onderzoek in energietoepassingen, kan het bedrijventerrein nu beter worden aanzien als een specifieke casus. Verder kan dit onderzoek een leidraad vormen voor verder wetenschappelijk onderzoek inzake andere specifieke thema's, zoals industriële symbiose of logistiek.

Dit proefschrift kan eveneens als een leidraad en inspiratiebron dienen voor de ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen in de praktijk. Vanzelfsprekend zijn bedrijventerreinontwikkelaars en terreinbeheerders dan de eerste organisaties waarvoor dit werk werd opgesteld. In wat volgt wordt echter meermaals aangehaald dat ontwikkelaars en beheerders hierin ook ondersteuning dienen te krijgen. De reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie kan pas ingang vinden indien alle actoren inspanningen leveren. Uiteraard doelt het subsidiekader van de Vlaamse Overheid hierbij terecht op de inspanningen van bedrijven. Het is echter net zo noodzakelijk dat ook het algemene regelgevend kader een even progressieve weg volgt, en ruimtelijke planning en ordening eveneens oog heeft voor de reductiebehoeften van CO<sub>2</sub>-emissies door bedrijven. Zo niet worden de gewenste inspanningen van ontwikkelaars en beheerders gehinderd of beperkt. Nochtans biedt hun positie en takenpakket interessante kansen voor het verbeteren van de emissieprestatie van het Vlaamse bedrijvenlandschap, dat vooral gekenmerkt wordt door vele kleine tot middelgrote ondernemingen. Ook de samenwerking met andere actoren is noodzakelijk, zoals distributienetbeheerders en energiebedrijven.

## 1.5. Opbouw van het proefschrift

Hoofdstuk twee biedt een inzicht in het kader van duurzame bedrijventerreinen en interbedrijfssamenwerking op bedrijventerreinen. Duurzame bedrijventerreinen doen in de eerste plaats denken aan een terrein met duurzame bedrijven. Echter, het concept van bedrijventerreinen op zich kan eveneens aan duurzaamheid bijdragen. De uitwerking van een duurzaam energiegebruik en energievoorziening in dit proefschrift is hiervan één concrete toepassing.

Daarna volgt in hoofdstuk drie een inleiding tot de praktijk van ontwikkeling van bedrijventerreinen en tot CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen met een toelichting van het financiële ondersteuningskader van de Vlaamse Overheid, alsook een bloemlezing van initiatieven in binnen- en buitenland.

Hoofdstuk vier gaat in op de term *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* en de methodieken voor het bepalen van CO<sub>2</sub>-uitstoot. Daarna gaat het in op wat een *CO<sub>2</sub>-neutraal energiegebruik* kan inhouden en welke praktische strategieën en technologieën hiervoor ter beschikking staan. Dit hoofdstuk biedt een technologische basis voor de uitwerking van de methodiek voor de ontwikkeling van *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen*. Een eerste pakket van bouwstenen kan gedetecteerd worden.

Het stimuleren van energie-efficiëntie en hernieuwbaar energiegebruik bij de bedrijven door bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders wordt uitgediept in hoofdstuk vijf. Gedetailleerd wordt de Vlaamse regeling met betrekking tot het *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* toegelicht. Het stimuleren van een zuinig energiegebruik en de communicatie naar overheden en bedrijven, alsook de noodzakelijke kennisintegratie bij ontwikkelaars en beheerders wordt belicht. Er wordt een inschatting gemaakt van de impact die de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsregeling* op de CO<sub>2</sub>-uitstoot van bedrijven heeft. Hoofdstuk vijf somt vanuit deze invalshoeken opnieuw een aantal bouwstenen op voor de ontwikkeling van een bedrijventerrein met een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening.

In hoofdstuk zes wordt interbedrijfssamenwerking voor de reductie van CO<sub>2</sub>-emissies op bedrijventerreinen uitgediept. Eco-industriële parken zijn bedrijventerreinen precies gekenmerkt door de aanwezigheid van interbedrijfssamenwerking. Industriële ecologie of het sluiten van materiaalkringlopen staat hier meestal centraal, maar ook energiestrategieën kunnen ontdekt worden. De specifieke bouwstenen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen met een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening vanuit het oogpunt van clustering volgen.

Hoofdstuk zeven stelt drie casussen voor waarbij op verschillende wijzen en in verschillende fasen van de ontwikkeling maatregelen worden genomen ter reductie van de energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies.

De gedetecteerde bouwstenen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen met een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening in dit werk worden gebundeld in hoofdstuk acht. Er wordt bovendien even uitgezoomd op de voornaamste keuzes die gemaakt dienen te worden voor de implementatie van CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen, hierbij eveneens de stimulering en ondersteuning van de terreinontwikkelaars en beheerders meegenomen. Het hoofdstuk eindigt met een aantal bijkomende perspectieven voor de verdere uitwerking van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*.

De voornaamste conclusies uit dit onderzoek zijn gebundeld in hoofdstuk negen.



<sup>1</sup> De impact van een hogere gemiddelde temperatuur op vijf gedefinieerde redenen tot ongerustheid werd geëvalueerd in het Third Assessment Report van het IPCC en werd opnieuw geëvalueerd door Smith, Schneider et al. (2008): risico op beschadiging of vernietiging van unieke en bedreigde systemen, risico op extreme weersomstandigheden met substantiële consequenties op natuurlijke systemen en gemeenschappen, distributie van impacten over de verschillende regio's, geaggregeerde impacten, risico op grote niet-lineaire wijzigingen. Uit deze herevaluatie volgt dat de kans op ernstige en wijdverspreide negatieve effecten groot wordt bij een opwarming van 1,5 °C ten opzichte van pre-industriële periode.

<sup>2</sup> Emissies kunnen voortkomen uit productieprocessen van goederen en door het leveren van diensten. Emissies kunnen ingebed zijn in de vervaardigde producten die pas zullen vrijkomen bij de verwerking op het einde van de levensloop. Emissies zijn ook ingebed in de infrastructuur die wordt aangelegd op de bedrijfskavel (gebouwen, verhardingen, installaties), op een bedrijventerrein (wegen, nutsinfrastructuur) en voor de ontsluiting van het terrein. Bedrijventerreinen kunnen de ruimte voor natuur verminderen en zodoende de opname van CO<sub>2</sub> verminderen. Emissies kunnen ook ontstaan door consumptie van de geproduceerde goederen, of reeds zijn vrijgekomen bij de productie van grondstoffen of halffabrikaten. Ze ontstaan door het goederentransport, het persoonstransport binnen de bedrijfsactiviteiten en door het woon-werkverkeer. Ze kunnen eveneens vrijkomen door het verwarmen en koelen van de gebouwen of door het elektriciteitsverbruik,...

<sup>3</sup> Andere broeikasgassen zoals chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's) en ook waterdamp (H<sub>2</sub>O) worden voorlopig niet in rekening gebracht onder de internationale verdragen, evenmin in Vlaanderen. Broeikasgassen die ontstaan na chemische of fotolytische reacties door emissie van precursoren in de atmosfeer worden evenmin in rekening gebracht, alsook andere warmtevervuilende stoffen zoals zwarte koolstof bijvoorbeeld niet (Allison, Bindoff et al. 2009; Gore 2009).

<sup>4</sup> De import van producten in België is verantwoordelijk voor een extra 90% van de totale CO<sub>2</sub>-emissies in België zelf, alleen al indien enkel de emissies door toedoen van productie van geïmporteerde goederen in de handelspartners' territorium meegerekend worden. Hierbij worden eveneens de emissies door het internationale transport meegeteld, maar niet de indirecte emissies die uitgestoten worden in nog andere landen voor de productie van geïmporteerde goederen geproduceerd in het territorium van handelspartners, dus nog eerder in de waardeketen. De export van België is goed voor 46% van de binnenlandse emissies, waardoor een negatief saldo resteert van 44% hogere CO<sub>2</sub>-emissies dan eigenlijk gerapporteerd, waarvan zelfs 33% uitgestoten worden in landen die het Kyoto Protocol niet geratificeerd hebben en dus een koolstoflekage vormen (Peters en Hertwich 2008).

<sup>5</sup> Het 'de vervuiler betaalt' beginsel is een algemeen rechtsbeginsel neergelegd in artikel 16 van de Rio-conventie (United Nations Conference on Environment and Development 1992).

<sup>6</sup> De Bruyn wijst er echter op dat de verdeling van gratis emissierechten zoals in de periode voor 2012, maar ook nog na 2012, tot op heden eerder werkte als een productiesubsidie, dan wel als een incentive om broeikasgasemissies terug te dringen (De Bruyn 2010).

<sup>7</sup> Definitie groene energievoorziening: zie onderdeel 4.2.4.1.





## 2. Duurzame bedrijventerreinen en interbedrijfssamenwerking

Het concept van bedrijventerreinen kan aan duurzaamheid bijdragen. Het is op de entiteit van het bedrijventerrein zelf, het beheer en de potentiële samenwerking van ruimtelijk geclusterde bedrijven op het terrein dat de focus in dit proefschrift gelegd wordt. Het is de bijdrage van het terrein, het parkmanagement en de voorzieningen, en de interbedrijfssamenwerking om duurzaamheid van de gevestigde bedrijven en dus het economisch weefsel dichterbij te brengen.

### 2.1. Duurzaam ondernemen

De mens kent een zeer lange historische traditie van beschadiging of vernietiging van ecosystemen, waarmee deze zelfs het eigen leefmilieu dikwijls vernietigt (Welzer 2008; Vandevyvere 2010). Met de industriële revolutie heeft de beschaving niet alleen een technologische sprong gemaakt, ze is ook effectiever geworden in het voorzaken van schadelijke effecten op het milieu, met een mondiaal speelveld. De moderne milieubeweging ontstond in de 19de eeuw, als reactie op lokale problemen, maar tevens uit de bezorgdheid van een nieuwe ondergang. In 1972 publiceerde de Club van Rome, een denktank van academici, leiders uit industrie en diplomaten, een alarmerend rapport "The limits to growth" (Meadows, Meadows et al. 1972) waarin deze de bevindingen noteerde van een onderzoek dat de maatschappelijke ontwikkelingen projecteerde in de toekomst en confronteerde met de voorraden aan grondstoffen en de draagkracht van het milieu. De World Commission on Environment and Development stelde in 1987 in haar zogenaamde Brundtland-rapport "Our Common Future" (World Commission on Environment and Development 1987) dat de zuiver door economische groei geleide ontwikkeling de huidige en toekomstige wereldgemeenschap voor ernstige problemen stelde, en vervangen diende te worden door een duurzame ontwikkeling (Mazijn, Antrop et al. 1999; Vandevyvere 2010).

"Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. It contains within it two key concepts:

- the concept of 'needs', in particular the essential needs of the world's poor, to which overriding priority should be given; and
- the idea of limitations imposed by the state of technology and social organisation on the environment's ability to meet present and future needs." (World Commission on Environment and Development 1987)

Duurzaamheid vindt zijn oorsprong in 'vasthouden'; duurzaam is verwant met duurzaam, dierbaar. Toegepast op ondernemen, staat duurzaam ondernemen, ook maatschappelijk verantwoord ondernemen (corporate social responsibility) genoemd, voor het op die manier ondernemen dat de ander - mens, milieu, middelen (people, planet, profit) (Elkington 1997) - dierbaar is. Niet omdat ze nuttig ingezet kunnen worden, maar gewoon omdat ze er zijn (De Prins, Devooght et al. 2009).

Bedrijven dienen beoordeeld te worden op basis van drie pijlers: de sociale pijler, de ecologische pijler en de economische pijler, samen de 'triple bottom line'. De economische pijler bundelt de traditionele financieel-economische succesfactoren, maar houdt ook rekening met de lange termijn prestaties van bedrijven. Profit duidt ook op prosperity of welvaart van individuen en landen. De ecologische pijler houdt rekening met het natuurlijk ecosysteem en de essentiële functies naar gemeenschappen, fauna en flora toe. Centrale vraag is de impact van bedrijfsactiviteiten op het omringende ecologisch systeem. De sociale pijler ten slotte handelt over de impact van de bedrijfsactiviteiten op mensen, zowel intern in als extern aan de onderneming. Geen impact veroorzaken is niet voldoende, ondernemen dient positief bij te dragen aan alle drie de pijlers. Voor Elkington is de ecologische pijler dé basis die het leven en de economische bloei mogelijk maakt (Elkington 1997; De Prins, Devooght et al. 2009).

## **2.2. Duurzame bedrijventerreinen en interbedrijfssamenwerking**

De Nederlandse Stuurgroep Boegbeeld Duurzame Bedrijventerreinen definieert 'duurzame bedrijventerreinen' als: "samenwerking tussen bedrijven onderling en met overheden op bedrijventerreinen, gericht op het verbeteren van het (bedrijfs-)economisch resultaat, de vermindering van de milieubelasting en een efficiënter ruimtegebruik" (Wijnker en Doorakkers 1998). Deze definitie werkte inspirerend voor de Vlaamse omschrijving (Van Eetvelde, Delange et al. 2005): "Duurzame bedrijventerreinen zijn sites waarop meerdere bedrijven samenwerken om duurzaamheid te realiseren inzake bedrijfsprocessen, terreininrichting en facilitair en/of utilitair beheer."

Wijnker en Doorakkers, en Van Eetvelde et al. stellen dat duurzaam ondernemen binnen bedrijfsgrenzen beperkt is, economisch, fysiek en technologisch, en stellen dat samenwerking tussen bedrijven, ofwel het slopen van grenzen tussen bedrijven, tot additionele mogelijkheden kan leiden (zie Figuur 2.1). Interbedrijfssamenwerking (eng. interfirm cooperation of IFC) voltrekt zich in diverse thema's, zoals in afval en reststoffen, in energie, in water, in mobiliteit, in groenbeheer, in werknemersfaciliteiten, etc. Concrete voorbeelden zijn het samen aankopen of samen outsourcen van goederen en diensten, het uitbesteden van groenonderhoud op terreinniveau, het gezamenlijk opmaken van bedrijfsvervoersplannen en impactrapporten, het collectief uitbaten van faciliteiten en utilities, het fysisch clusteren van ketenondernemingen, het implementeren van beheerssystemen voor collectieve waterlozingen,...

De voornaamste doelstelling van duurzame bedrijventerreinen (eng. eco-industrial parks of EIPs, zie ook onderdeel 6.2), boven gewone bedrijventerreinen als hun tegenhangers, schuilt in het aanbieden van extra kwaliteit, faciliteiten en utilities op het terrein en het genereren van samenwerkingsmogelijkheden, waardoor bedrijven duurzaam ondernemen dichtbij kunnen brengen. Duurzaamheid in de term duurzame bedrijventerreinen slaat dus niet op de duurzaamheid van de ondernemingen zelf, maar op de capaciteit van het bedrijventerrein om de duurzaamheid van de ondernemingen dichtbij te brengen. Een bedrijventerrein beïnvloedt inderdaad het duurzaamheidspotentieel van bedrijven. Hoewel bovenstaande definities de klemtoon lijken te leggen op interbedrijfssamenwerking, dient opgemerkt te worden dat deze samenwerking niet de duurzaamheid op zich inhoudt, maar wel kan dichtbij brengen (Van Eetvelde, Deridder et al. 2007). Extra kwaliteit door het voorzien van faciliteiten en utilities kan overigens ook ingebracht worden door een externe bedrijventerreinbeheerder (privaat, publiek of publiek-privaat), eerder als centrale dan collectieve voorzieningen. Mogelijk worden de aangeboden diensten opgedeeld in een verplicht en een optioneel pakket (Van Eetvelde, Delange et al. 2005). Wanneer een terreinbeheerder niet aanwezig is, zullen bedrijven zelf de gewenste diensten dienen op te nemen of minstens dienen te initialiseren; wanneer deze wel aanwezig is, kunnen de beheerder en de bedrijven samenwerken om een beter beheer (ook parkmanagement of bedrijventerreinmanagement genoemd) uit te bouwen. Ook in de praktijk in Vlaanderen blijkt een breed spectrum bespeeld te worden (Van Zwam, Van Eetvelde et al. 2008).



*Figuur 2.1: Bedrijven werken samen op duurzame bedrijventerreinen in projecten die leiden tot extra financiële, ecologische en maatschappelijke voordelen (Van Eetvelde, Deridder et al. 2007)*

## 2.3. Incentives voor parkmanagement en interbedrijfssamenwerking

Parkmanagement en interbedrijfssamenwerking bezitten het potentieel om talrijke voordelen voor de bedrijven te produceren (Van Eetvelde, Delange et al. 2005). Ondernemingen kunnen kosten besparen en (betere) utilities en faciliteiten verkrijgen, via centralisatie en clustering van de behoeften (schaalvoordelen), via resource sharing (materiaal en immaterieel zoals technologieën, personeel, reputatie), en via het uitwisselen van kennis en materiële stromen. Utilities en faciliteiten, en de daarmee samenhangende zorgen kunnen uitbesteed worden en bedrijven kunnen zich focussen op de kernactiviteit (ook scopevoordelen). De toegang tot betere faciliteiten en utilities kan er tevens voor zorgen dat betere milieuprestaties en wettelijke verplichtingen, waaronder milieunormen, worden gehaald.

Door een betere werkomgeving wordt het gemakkelijker om werknemers aan te trekken en te behouden, wat een aanzienlijke besparing in rekruteringskosten kan opleveren. Extra faciliteiten en een gezondere werkomgeving kunnen die werkomgeving verbeteren. Intersectorale samenwerking en sociale verbanden kunnen verder leiden tot multifunctionele bedrijventerreinen waardoor de aanwezige faciliteiten nog verhoogd kunnen worden en waardoor de kwaliteit van het werk- en leefklimaat verder verbeterd kan worden (VROM-raad 2006).

Betrokkenheid van de bedrijven kan leiden tot een gedragen visie, doelstellingen, strategie en organisatie, of tot een vraaggericht en goed omschreven beheer van de site (overeenstemming tussen controle en gebruik (Lynch 1984)). Wanneer verschillende bedrijven zich verenigen (en eventueel een draagvlak creëren voor een bepaald beleidsprobleem) dan verbetert ook de onderhandelingspositie van die bedrijven ten opzichte van een externe terreinbeheerder, lokale en andere openbare besturen.

Parkmanagement en samenwerking tussen bedrijven kunnen aldus zorgen voor een toename van de kwaliteit van een bedrijventerrein zelf, gunstig voor alle betrokken actoren. Dit kan eveneens een positieve weerslag hebben op de waarde van de bedrijfsgebouwen en –gronden op het terrein. Samenwerking op het terrein en in de omgeving tussen bedrijven en andere partners kan verankering, betrokkenheid, verantwoordelijkheidsgevoel creëren en kan het footloose-gevoel verminderen.

Van Eetvelde et al. (2005) stellen dat samenwerking tussen bedrijven ontstaat door nood, plicht of wens. Samenwerking tussen bedrijven is uiteraard niet beperkt tot het bedrijventerrein. Binnen een afgebakend gebied spreekt men ook soms van virtuele bedrijventerreinen (Côté en Cohen-Rosenthal 1998; Lambert en Boons 2002) of genetwerkte bedrijventerreinen (Roberts 2004).

Het staat bedrijven in principe vrij om al dan niet deel te nemen aan collectieve acties of gebruik te maken van centrale diensten en functies. Dit is goed want dan hoeven niet alle maatregelen steeds een positief effect voor alle bedrijven op een bedrijventerrein te hebben. Anderzijds kan deze vrijheid er ook voor zorgen dat de problematiek van freeriders ontstaat, en daardoor interessante collectieve acties in een impasse terecht komen. De voordelen van collectieve maatregelen van een groep van bedrijven kunnen niet altijd beperkt worden tot leden van het collectief, dewelke voor het initiatief een bijdrage leveren. Een freerider is dan een onderneming die gebruikt maakt van collectieve maatregelen zonder daarvoor zelf een bijdrage te leveren. Deze kan hiervoor verschillende redenen hebben (Decisio B.V. 2004a; Ter Beek en Mosselman 2006; Van der Heijden 2006):

- Het aanbod sluit niet goed aan op de vraag/behoefte van de onderneming, omdat de mate waarin ondernemingen een probleem ervaren sterk uiteen kan lopen.
- De onderneming is van mening dat zij een te hoog aandeel in de kosten moet dragen. De onderneming vindt dat zij meer moet betalen dan het profijt dat zij van de collectieve maatregelen heeft, of meer dan de omvang van het bedrijf rechtvaardigt.
- De onderneming is van oordeel dat de gemeente te weinig bijdraagt aan de algemene kwaliteit van het terrein en voelt zich daardoor niet geroepen zelf een bijdrage te leveren.
- Mogelijk worden de beoogde collectieve acties door een deel van de betreffende bedrijven reeds individueel aangepakt.
- Het is voor een individuele ondernemer rationeel (maar niet sociaal) om niet bij te dragen voor activiteiten waarvan men sowieso toch profiteert. Niet elke ondernemer voelt zich maatschappelijk verplicht bij te dragen aan collectieve belangen.
- De achtergrond van de ondernemer, het bedrijventerrein en/of de omgeving kan van grote invloed zijn om wel of niet bij te dragen tot initiatieven voor collectieve ondernemersbelangen. Er zijn bedrijven die zich alleen met de eigen bedrijfsvoering bezighouden en niet met zaken die zich in hun directe bedrijfsomgeving afspelen. Deze bedrijven voelen zich geheel niet betrokken tot de omgeving of verantwoordelijk voor collectieve activiteiten.
- Sommige bedrijven willen alleen betalen als alle andere bedrijven meebetalen. Vooral als andere bedrijven niet betalen maar duidelijk wel profiteren, kan dit zo frustreren dat men besluit ook niet te betalen.
- De economische conjunctuur heeft een invloed op het freeriderspercentage; hoe rooskleuriger de economische realiteit, hoe meer ondernemers bereid zullen zijn een bijdrage te leveren en dus hoe lager het freeriderspercentage. Bedrijven geven aan (vooral in tijden van economische neergang) dat ze de financiële bijdrage aan collectieve maatregelen simpelweg niet kunnen betalen, of ze hebben het geld er niet voor 'over'.

Het kan bovendien voorkomen dat net extra voordelen bekomen worden door niet in een clusterproject te stappen, indien andere bedrijven dat wel doen. Het prisoners' dilemma illustreert die dualiteit, in onderstaand voorbeeld geïnspireerd op het waterschaarsteprobleem in het Deense Kalundborg (Van Eetvelde, Delange et al. 2005; Brings Jacobson 2006). Stel dat twee bedrijven die elk een belangrijke hoeveelheid water verbruiken, verkeren in een omgeving met waterschaarste en stijgende waterkostprijs. Ze plannen investeringen in een alternatieve watervoorziening, waarmee ze hun watertoevoer kunnen verzekeren. De bedrijven kunnen ervoor kiezen om samen te werken of om de investering en het voortraject individueel uit te voeren. Door samen te werken kan een lagere investeringskost en een lagere operationele kost het resultaat zijn. Stel dat in dit vereenvoudigd geval volgende situaties zich onderscheiden:

- A Indien de bedrijven samenwerken, kunnen de kosten verdeeld worden en is de kosten/baten-ratio acceptabel.
- B De situatie wijzigt niet. Beide bedrijven kampen steeds meer met waterschaarste en een stijgende waterkostprijs, wat de bedrijfsactiviteiten belemmert.
- C Eén van beide bedrijven investeert in een alternatieve watervoorziening, doch de kosten zijn hoog.
- D Wanneer één bedrijf investeert en aldus zijn regulier waterverbruik reduceert, zal het waterschaarsteprobleem voor het andere bedrijf afnemen; de netto baten voor dit laatste bedrijf zijn groot, het gedraagt zich als een freerider.

Onderstel dat de netto baten grootst zijn in geval D, afdalend over A en B naar C:  $D > A > B > C$ . Bijgevolg treedt volgende beslissingsprocedure op. Als Bedrijf 1 beslist om samen te werken, heeft

Bedrijf 2 er baat bij om dat niet te doen, aangezien  $D > A$ . Als Bedrijf 1 beslist om niet samen te werken, zal Bedrijf 2 dat ook niet doen, aangezien  $B > C$ . Bedrijf 2 zal daarom onafhankelijk van wat Bedrijf 1 beslist, beslissen om niet samen te werken. Dezelfde logica geldt voor Bedrijf 1. Dit levert een eindresultaat waarbij beide bedrijven beslissen om niet samen te werken en de netto baten bijgevolg  $B/B$  bedragen, wat lager is dan  $A/A$ .

Freeridergedrag heeft een aantal belangrijke nadelen (Van der Heijden 2006). De onderlinge relaties in het gebied verslechteren. Het draagvlak voor collectieve ondernemersbelangen neemt af en de collectieve initiatieven die wel tot stand zijn gekomen staan onder druk. Om de freeriderproblematiek op bedrijventerreinen aan te pakken kunnen zeker vier oplossingsrichtingen worden bewandeld (Decisio B.V. 2004b). Er kan getracht worden het aanbod van collectieve maatregelen beter te laten aansluiten op de vraag. Een meer rechtvaardige kostenverdeling kan mogelijk uitgewerkt worden. Ondernemers dienen overtuigd te worden van het belang van collectieve maatregelen. Ondernemers kunnen eventueel ook verplicht worden bij te dragen tot collectieve voorzieningen. Het prisoners' dilemma, hoewel hier een sterk vereenvoudigde situatie geschetst werd, maakt het belang van communicatie aanschouwelijk en, meer nog, het opbouwen van vertrouwen (Van Eetvelde, Delange et al. 2005). Kalundborg is een erg bekend voorbeeld van een succesvolle opstart van interbedrijfssamenwerking, waarbij het belang van vertrouwen inderdaad wordt benadrukt (Lowe 1997). Van Eetvelde, Delange et al. stellen bovendien dat een leidende figuur en/of de oprichting van centrale entiteit nodig is om een goede communicatie vorm te geven, vertrouwen te smeden en informatie uit te wisselen.

## 2.4. Management van interbedrijfssamenwerking en parkmanagement

Multidisciplinariteit is een voorwaarde voor het management van interbedrijfssamenwerking en parkmanagement. Naast de economische realiteit en uitdagingen, dienen de juridische, ruimtelijke, technische en sociale randvoorwaarden en bewegingsmogelijkheden eveneens behandeld te worden (Van Eetvelde, Delange et al. 2005). Bedrijven zullen slechts vrijwillig deelnemen aan clusteracties en centrale voorzieningen, indien een gunstig resultaat mag verwacht worden: directe baten op korte termijn, een betere competitieve positie op middellange termijn en een duurzame relatie met de stakeholders, inclusief de overheid, op langere termijn. Interbedrijfssamenwerking en parkmanagement hebben ook nood aan een gedegen juridische uitwerking die de bedrijven zekerheid en duidelijkheid verschaft inzake financiële input, inzet van mensen en middelen, en de taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden. De complexiteit van het samenwerkingsproject zal bepalen of de juridische consolidatie zal plaatsvinden naar de vorm van contractuele samenwerking dan wel een vennootschapsrechtelijke entiteit, of een combinatie (DLA Caestecker en Ecorys-Kolpron 2003). Ruimtelijke randvoorwaarden kunnen samenwerkingsprojecten hinderen of faciliteren. De technische of technologische onderbouwing van een clusterconcept wordt als toetsingscriterium bij uitstek beschouwd voor een gezamenlijk project. Ten slotte, dienen de stakeholders betrokken te worden, zoals werknemers, overheden, business partners, verenigingen, etc.

Parkmanagement en het management van interbedrijfssamenwerking bespelen tevens een evenwicht tussen een top-down en een bottom-up aanpak. Volgens Wallner (1999) is een georganiseerde bottom-up groei van duurzaam ondernemen de enige mogelijke weg. Ook Lowe, Moran et al. (1995) en Desrochers (2004) duiden de noodzaak aan bottom-up interesse en groei, maar geven tevens aan dat top-down initiatieven op een bedrijventerrein die bottom-up actie kunnen ondersteunen, richting kunnen geven en orde in chaos kunnen blootleggen of zelf scheppen. Dit kan door het faciliteren van potentiële clusterprojecten, gericht bedrijven aantrekken, het financieel of praktisch ondersteunen, om op die manier de middelen en context aan te dragen die potentiële clusterprojecten op weg helpen. Soms dienen ook verplichtende instrumenten in beeld gebracht te worden, bijvoorbeeld om inert gedrag of freeridergedrag te vermijden.

Bedrijven kunnen aldus samenwerkingsprojecten aangaan, waaronder het beheer van het bedrijventerrein en collectieve voorzieningen kunnen vallen. Parkmanagement en een aantal centrale voorzieningen kunnen ook opgezet zijn door de bedrijventerreinontwikkelaar of een derde, die

bovendien reeds een structuur kan creëren waarbinnen bedrijven kunnen communiceren en tot overeenstemming kunnen komen. De structuur voor interbedrijfssamenwerking en parkmanagement door de bedrijven, en de structuur van het parkmanagement door de terreinontwikkelaar of een derde kunnen uiteindelijk volledig gescheiden of vergroeid zijn, afhankelijk van de ambitie en de voorkeuren, soms ook de lokale belangen en gevoeligheden, of louter van het concrete samenwerkingsproject.

## **2.5. Financiering van parkmanagement en interbedrijfssamenwerking**

Grofweg zijn er bij parkmanagement- en interbedrijfssamenwerkingsprojecten drie soorten activiteiten te onderscheiden die gefinancierd moeten worden (SenterNovem en Decisio 2004):

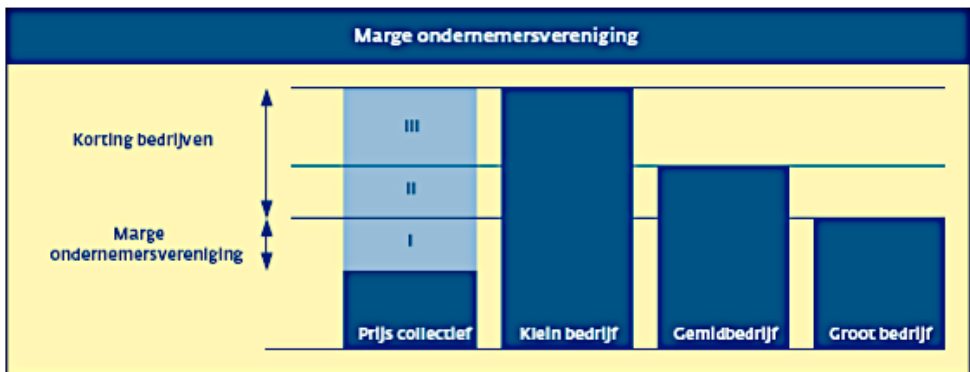
- planvorming inclusief procesbegeleiding;
- opzet van de organisatie en uitvoering van eenmalige ingrepen;
- continueren van de organisatie en uitvoering van diensten en aanbod van producten.

De kosten kunnen onderverdeeld worden in opstartkosten (o.a. advieskosten en haalbaarheidsstudies), voorinvesteringen, exploitatiekosten die voor alle deelnemers worden gemaakt, exploitatiekosten die voor een deel van de bedrijven worden gemaakt, en bureaunkosten en overhead (Van Limpt 2002). Planvorming en eenmalige ingrepen behoeven een projectmatige, eenmalige financiering. Continu lopende samenwerkingsprojecten en parkmanagementprojecten behoeven daarentegen een continue financiering. Veelal worden bedrijventerreinprojecten gefinancierd door een combinatie van publieke en private kanalen (SenterNovem en Decisio 2004):

Publieke middelen worden aangereikt via subsidies en andere steunmaatregelen, doch kunnen ook afkomstig zijn van gemeentes of provincies die bepaalde budgetten overhevelen naar de parkmanagementorganisatie in ruil voor het opnemen van openbare taken zoals het beheer van de weginfrastructuur en het groenbeheer. De (tijdelijke) subsidies zijn voornamelijk van belang voor het opvangen van de relatief hoge opstartkosten en opstartrisico's. Echter, structurele publieke financiële bijdrage kan ook gerechtvaardigd zijn omdat de kwaliteit van een bedrijventerrein voor een belangrijk deel van algemeen belang is (economische ontwikkeling, werkgelegenheid, duurzaam ruimtegebruik).

Budgetoverdracht kan ook uitgevoerd worden door de ontwikkelaar/beheerder van het bedrijventerrein voor een aantal taken. Men kan ook een eenmalige en/of continue bijdrage voor het parkmanagement opnemen in de terbeschikkingstellingsvoorwaarden bij huur, pacht of verkoop (niet toepasbaar voor reeds bestaande bedrijventerreinen).

Private middelen kennen eveneens verschillende kanalen. Ondernemingen kunnen bijdragen leveren voor het parkmanagement en de interbedrijfssamenwerking op zich, namelijk de werkingsstructuur zelf, alsook voor welbepaalde taken die uitgevoerd worden door of in opdracht van die structuur (zie ook Kader 2.1). Het kan gaan om een periodieke bijdrage volgens een welbepaalde verdeelsleutel en bedrijven kunnen een bijdrage leveren op basis van het gebruik van een collectieve voorziening. Een andere mogelijke private inkomstenbron is de opzet van raam- en mantelcontracten (zie Figuur 2.2). Bij mantelcontracten koopt de parkmanagementorganisatie de dienst in van de leverancier en verkoopt deze dienst weer aan haar leden of deelnemers. Bij raamcontracten worden de diensten geleverd aan de bedrijven onder de service-level agreements en de prijsafspraken die gemaakt zijn met de parkmanagementorganisatie. De inkomsten voor het parkmanagement kunnen de vorm aannemen van een commissie of een marge op de inkoopkorting, maar het is ook mogelijk om de volledige korting te laten terugvloeien naar de bedrijven en hen in ruil een aanvullende contributie per activiteit te laten betalen. Andere vormen van bijdragen zijn sponsoring en ondersteuning in de vorm van manuren.



Figuur 2.2: Inkomsten parkmanagement en interbedrijfssamenwerking door marge op raam- en mantelcontracten (Ontwikkelingsmaatschappij Oost Nederland 2006)

### Kader 2.1 Business Improvement Districts

In de Verenigde Staten is de taak van de overheid inzake de voorziening van publieke diensten niet zozeer gericht op het zelf aanbieden, maar veeleer op het veilig stellen dat de publieke diensten effectief worden voorzien. Bijgevolg nemen private partijen, bedrijven, organisaties en burgers, dergelijke taken op. Om één en ander te structureren is onder meer het concept van Business Improvement District (BID) in het leven geroepen. Een BID is een instrument dat toelaat een vastgelegd takenpakket uit te voeren door een structurele organisatie, ondersteund door een structurele financiering via een publieke heffing in een definieerbaar gebied. Dit instrument laat toe dat indien een (te definiëren) meerderheid van vastgoedeigenaren en/of bedrijven/zelfstandigen in een gebied voorstander is van het voorzien van een publieke dienst en de ophaling van een bijdrage bij alle vasteigenaars en/of bedrijven/zelfstandigen, een bijkomende heffing in dat gebied wordt ingesteld voor het voorzien van die diensten door een publieke, private of publiek-private organisatie. De modaliteiten van BIDs worden bij wet vastgesteld: hoe ze kunnen opgericht worden, op welke basis de heffing berekend wordt (verdeelsleutels), hoe hoog de heffing is, het bestuur van BIDs, welke diensten voorzien kunnen worden e.d. De taak van de overheid bestaat uit de ophaling van de heffing, en vervolgens het doorstorten naar de BID-organisatie. BIDs kunnen ook inkomsten halen uit andere bronnen, identiek aan parkmanagement en interbedrijfssamenwerking zoals hierboven beschreven (Michell 1999).

BIDs zijn in de Verenigde Staten wijd verspreid en de taken zijn divers: verbetering van de infrastructuur, marketing, economische ontwikkeling, belangenverdediging in het lokaal beleid, beveiliging, beheer van de publieke ruimte en maatschappelijke dienstverlening. BIDs werden opgericht om de verpaupering in de binnensteden tegen te gaan. Mitchell ziet echter voor BIDs nog een veel belangrijkere taak weggelegd, namelijk in de grotere betrokkenheid van BID-organisaties in het lokale beleid, ook buiten het BID. BIDs zouden kunnen samenwerken met ruimtelijke planning en instanties voor economische ontwikkeling, om in beleidskeuzes in de bredere regio ook rekening te houden met het BID-gebied en het beleid en de visie aldaar. Mitchell wijst er wel op dat de inspraak van burgers in de BID-organisaties beter moet. Tenslotte wensen BID-organisaties burgers net van een bepaalde zaak te overtuigen (Michell 1999).

BIDs bestaan niet alleen in de VS. Ze zijn eigenlijk ontstaan in Canada en komen eveneens in het Verenigd Koninkrijk en Duitsland voor (Ter Beek en Mosselman 2006; Dawkins en Grail 2007; EnterpriseConsulting 2007). Ook in Nederland worden BIDs momenteel getest met de Experimentenwet BI-zones (Eerste Kamer der Staten-Generaal 2009). De heffing kan worden ingezet voor het bevorderen van leefbaarheid, veiligheid, ruimtelijke kwaliteit of een ander publiek belang in de openbare ruimte (Art. 1 2de lid Experimentenwet). BIDs kunnen onder meer op bedrijventerreinen geactiveerd worden en kunnen zorgen voor een stabiele financiële basis voor de werking en de activiteiten van parkmanagement.

## 2.6. Ruimtegebruik op duurzame bedrijventerreinen

Een van de steunpilaren van duurzame bedrijventerreinen is een kwalitatief ruimtegebruik. Ruimtelijke kwaliteit op bedrijventerreinen zou kunnen gedefinieerd worden als: een optimale aansluiting op wensen van gebruikers en vanuit de maatschappij, een duurzaam ruimtegebruik, en het op peil houden van die kwaliteit door het beheer van de ruimte (Buck Consultants International 2003). Er kan ondersteld worden dat het de bedoeling dient te zijn in de locatiekeuze, de ontwikkeling en het beheer van het bedrijventerrein de generische principes die gehanteerd worden in de ruimtelijke planning tot uitvoering te brengen, nl. meerlagige ruimte, ruimtelijke kwaliteit, levenskwaliteit, ruimtelijke netwerking, ruimtelijke efficiëntie, ruimtelijke verweving, ruimtelijke samenhang/clustering, ruimtelijke draagkracht en diversiteit, hiërarchie van de kernen en ruimtelijke rechtvaardigheid (Allaert 2008).

Ruimtelijke kwaliteit op bedrijventerreinen is op drie niveau's te realiseren, nl. de gebouwen en kavels, het terrein zelf en de omgeving (Buck Consultants International 2003):

- Omgeving: het bedrijventerrein moet passen in het landschap of het stedelijk gebied en op adequate wijze zijn ontsloten, bij voorkeur met verschillende modaliteiten.
- Terrein: het bedrijventerrein moet op gepaste wijze zijn ingericht, zowel landschappelijk/stedenbouwkundig (rekening houdend met aspecten als open ruimte, ecologie, sociale functie) als functioneel (geschikt om bepaalde bedrijfsactiviteiten uit te voeren en geschikt om veranderend gebruik door bedrijven te dragen). Ook hier worden voorzieningen vernoemd, die inspelen op de wensen van de werknemers, zoals kinderopvang, restaurants, winkels, sportfaciliteiten, etc.
- Gebouwen en kavels: type, omvang, architectuur, innovatief ruimtegebruik,...

Van Eetvelde et al. (2005) streven in het ruimtegebruik op duurzame bedrijventerreinen naar intensief ruimtegebruik, de mogelijkheid tot lokale uitwisselingen, het gebruik van terreinkenmerken en klimatologische omgevingsfactoren, en verweving en collectieve functies/ruimte als lokale doelstellingen, en naar concentratie, bovenlokale netwerking, ontsluiting, en differentiatie en specialisatie als bovenlokale doelstellingen.

Het streven naar ruimtelijke kwaliteit start niet op het ogenblik van de vormgeving van de ruimtelijke inrichting van het bedrijventerrein. Vooraf worden reeds belangrijke keuzes gemaakt: dat het bedrijventerrein er dient te komen, op welke plek, hoe het wordt ontsloten, enz. (Ministerie van Economische Zaken 2003). Ook de differentiatie en specialisatie van bedrijventerreinen, en hun onderling verbindend netwerk is een relevant vraagstuk (Allaert 2003; Roberts 2004; Van Eetvelde, Delange et al. 2005). Het Ministerie van Economische Zaken in Nederland stelde in 2003 vast dat de aandacht naar de duurzame inpassing van bedrijventerreinen en de combinatie met de algemene gewenste ontwikkeling van een regio te wensen overlaet. De inspanningen worden te veel gefocust op de inrichting, terwijl het rendement van de inspanning daar net lager ligt.



De focus van bedrijventerreinontwikkelaars en ruimtelijke planners verplaatst zich daarna naar het terrein zelf. Economische gebieden zijn dynamische gebieden die een zekere vrijheid dienen te kennen in de ontwikkeling en herontwikkeling, steeds met behoud van de functionaliteit en kwaliteit van het geheel en zijn 'kavels' op elk moment (Van Eetvelde, Delange et al. 2005). Om dit dynamisme mogelijk te houden en tegelijk een duurzame kwaliteit te verzekeren, is het nodig dat open planconcepten worden ingezet, genoeg om de essentiële elementen voor ruimtelijke kwaliteit vast te leggen en onwetendheid zo veel als mogelijk op te vangen (Ministerie van Economische Zaken 2003; Van Eetvelde, Delange et al. 2005). Ook op ruimtelijk vlak kan dan vrijheid gegeven worden aan bedrijven voor meer zelfbeschikking aangaande de ontwikkeling van het bedrijventerrein. Volgens Mitchell (1999) dienen actoren in bestaande economische zones ook inspraak te kunnen krijgen in de bredere economische en ruimtelijke ontwikkeling van een regio.

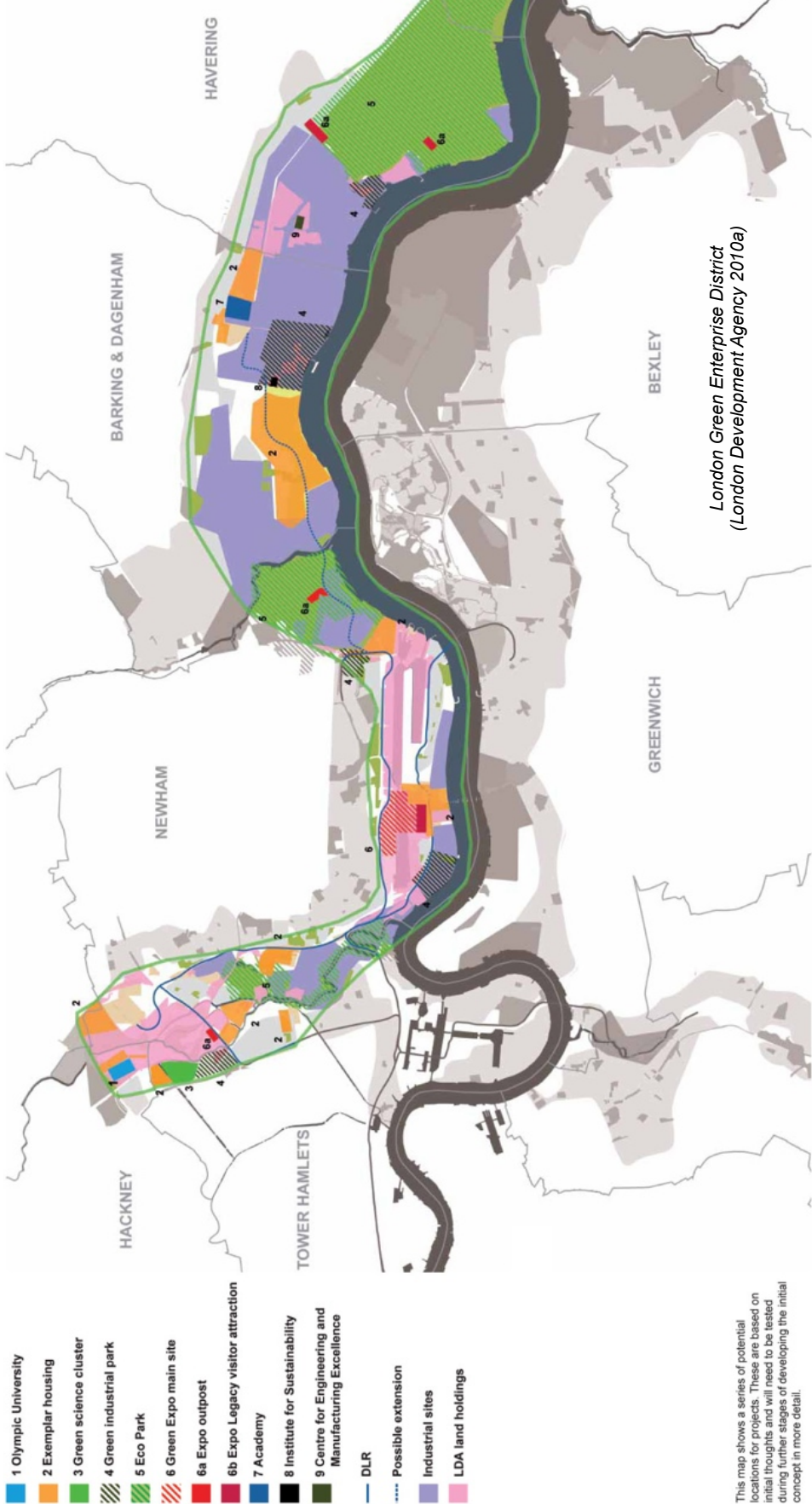
## 2.7. Conclusie

Het concept van bedrijventerreinen kan aan duurzaamheid bijdragen. Een duurzaam ruimtegebruik, het parkmanagement met kwalitatieve voorzieningen op het bedrijventerrein, en interbedrijfssamenwerking openen nieuwe wegen voor bedrijven voor een hoger economisch rendement, een duurzamer ruimte- en milieugebruik, en een goede verstandhouding en proactieve samenwerking met diverse stakeholders.

Bedrijven kunnen samenwerkingsprojecten aangaan, waaronder het beheer van het bedrijventerrein en collectieve voorzieningen kunnen vallen. Parkmanagement en een aantal centrale voorzieningen kunnen ook opgezet zijn door de bedrijventerreinontwikkelaar of een derde, die bovendien eveneens een structuur kan creëren waarbinnen bedrijven kunnen communiceren en tot overeenstemming kunnen komen. De structuur voor interbedrijfssamenwerking en parkmanagement door de bedrijven, en de structuur van het parkmanagement door de terreinontwikkelaar of een derde kunnen uiteindelijk gescheiden of vergroeid zijn, afhankelijk van de ambitie en de voorkeuren, soms ook de lokale belangen en gevoeligheden, of louter van het concrete samenwerkingsproject. Bedrijven kunnen via parkmanagement meer zelfbeschikking en verantwoordelijkheden krijgen in het voorzien van utilities en faciliteiten op het terrein en een grotere inspraak in beleidskeuzes op en zelfs naast het bedrijventerrein, ook op vlak van economische ontwikkeling en ruimtelijke planning. Financiering van het parkmanagement en concrete activiteiten vindt oorsprong in een samenstelling van publieke en private gelden. Open planconcepten die enkel de essentiële elementen voor duurzaamheid en kwaliteit voor de inrichting van het bedrijventerrein vastleggen, ondersteunen verder de zelfbeschikking van bedrijven in de ontwikkeling van het bedrijventerrein.

Interbedrijfssamenwerking is echter niet beperkt tot een bedrijventerrein, en er kan ook sprake zijn van virtuele bedrijventerreinen binnen een zeker gebied. Een duurzame ontwikkeling van bedrijventerreinen kent zijn aanzet op het bovenlokale niveau, door de behoefte aan een terrein, en de locatie, de onderlinge verhoudingen tussen verschillende terreinen, en de relatie tot de regionale/lokale economische ontwikkeling aan te duiden.

# Green Enterprise District: Initial Concept Map



This map shows a series of potential locations for projects. These are based on initial thoughts and will need to be tested during further stages of developing the initial concept in more detail.

London Green Enterprise District  
(London Development Agency 2010a)

### **3. De ontwikkeling van bedrijventerreinen in Vlaanderen en de introductie van CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen**

Als onderdeel van de klimaatmaatregelen in Vlaanderen, stelt de Vlaamse regeling inzake CO<sub>2</sub>-*neutrale bedrijventerreinen* zich heel concreet op. Het vormt namelijk het kader voor de financiële tegemoetkoming van de Vlaamse Overheid voor de aanleg en heraanleg van bedrijventerreinen. De CO<sub>2</sub>-emissiereductie is in deze niet de voornaamste maatregel, het algemene doel is het stimuleren van de kwaliteit op Vlaamse bedrijventerreinen. Dit initiatief is evenmin alleenstaand. Ook in andere landen worden maatregelen ter reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie op bedrijventerreinen gelanceerd.

Het hoofdstuk start met de basisrichtlijnen en de aanvullende richtlijnen vallende onder de subsidieregeling voor de (her)aanleg van bedrijventerreinen. Vervolgens wordt een illustratie gegeven van een gediversifieerd palet aan initiatieven op bedrijventerreinen die eveneens een CO<sub>2</sub>-emissiereductie of zelfs een bredere klimaatbestendige ambitie beogen.

#### **3.1. De ontwikkeling van bedrijventerreinen in Vlaanderen**

##### **3.1.1. De lokalisatie en differentiatie van bedrijventerreinen**

Belangrijke economische concentratiegebieden in Vlaanderen zijn de economische knooppunten en de poorten. De Vlaamse poorten zijn de zeehavens met de internationaal georiënteerde multimodale logistieke parken, de internationale luchthaven Zaventem en het station Antwerpen-Centraal. 156 gemeenten werden geselecteerd als economische knooppunten, met name alle stedelijke gebieden, de gemeenten gelegen in het economisch netwerk van het Albertkanaal en de specifieke economische knooppunten (andere gemeenten met een grote impact op de werkgelegenheid). Beleidsmatig heeft men ervoor gekozen om nieuwe economische activiteiten van regionaal belang en herlokalisatie van bestaande regionale bedrijven te concentreren in de economische knooppunten. Voor de herlokalisatie en uitbreiding van historisch gegroeide bedrijven kan ruimte worden voorzien in gemeenten buiten de economische knooppunten. Lokale bedrijventerreinen dienen de nieuwe en de te herlokaliseren lokale bedrijven op te vangen (Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen - Deel 2 - III.3. (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap 2004)).

Een typologie van bedrijventerreinen werd uitgewerkt om in te spelen op verschillende ruimtelijke potenties van locaties, de toenemende differentiatie in de economische structuur met bijhorende verschillende behoeften aan infrastructuur (Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen - Deel 2 - III.3.3.2.3. (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap 2004)). Naast de specifieke bedrijventerreinen in de poorten, wordt een onderscheid gemaakt in bedrijventerreinen voor lokale bedrijven, regionale bedrijven en historisch gegroeide bedrijven. Lokale bedrijven zijn be- en verwerkende bedrijven die een verzorgend karakter hebben ten aanzien van de omgeving, die wat schaal betreft aansluiten bij hun omgeving (schaal van de kern, schaal van het stedelijk gebied,...) en beperkt zijn van omvang. Regionale bedrijven worden gedefinieerd als be- en verwerkende bedrijven die een verzorgend karakter

hebben en die de schaal van hun omgeving overschrijden. Een historisch gegroeid bedrijf is een bedrijf, dat morfologisch en ruimtelijk verweven is met de omgeving en dat een specifieke sociaal-economische relatie heeft met de omgeving.

Lokale bedrijven worden toegewezen aan lokale bedrijventerreinen. Regionale bedrijventerreinen kunnen voorkomen als gemengde regionale bedrijventerreinen, bestemd voor een mix aan bedrijfstakken: industriële bedrijven, bouwnijverheid, transport en diensten. Ook specifieke regionale bedrijventerreinen kunnen ontwikkeld worden. Het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (Deel 2 - III.3.3.2.3. (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap 2004)) vermeldt volgende mogelijke types:

- wetenschapsparken, bestemd voor bedrijven met een sterke binding met een kenniscentrum;
- transport- en distributiezones, bestemd voor bedrijven actief in transport en distributie en voor ondersteunende activiteiten;
- watergebonden bedrijventerreinen voor bedrijvigheid die de waterweg effectief als transportmodus of als proceswater voor grondstoffen en/of producten benutten;
- luchthavengebonden terreinen voor aan een luchthaven gebonden bedrijvigheid en voor bepaalde vormen van toeleveringsbedrijven en bijkomende kantoren;
- kleinhandelszones;
- kantoor- en dienstzones;
- bedrijventerreinen voor agro-industrie, bestemd voor de vestiging van regionale toeleverende en verwerkende bedrijven;
- zones voor afvalverwerking, mestverwerking en recyclage.

Er wordt in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen geen melding gemaakt van specifieke eisen of richtlijnen inzake energiegebruik of hernieuwbare energievoorziening in dit kader.

### **3.1.2. De ontwikkeling van een bedrijventerrein**

In het ontwikkelingsproces van een bedrijventerrein kunnen vijf fases onderscheiden worden (aangepast ten opzichte van (WES Onderzoek en Advies en Universiteit Gent 2005)): de voorbereidende fase, de conceptie- of ontwerpfase, de realisatiefase, de uitgiftefase en de exploitatie- en handhavingfase.

In de voorbereidingsfase worden zo veel als mogelijk gegevens verzameld voor de ontwikkeling van het bedrijventerrein en de stappen die hierin dienen genomen te worden, zoals de rol van het bedrijventerrein in de economische structuur, en de plannings- en beleidscontext. Bij de aanvang van het concrete ontwikkelingstraject van een bedrijventerrein is de locatie van de site reeds vastgelegd en dienen ook verdere gegevens verzameld te worden inzake de terreinkenmerken en de potentieanalyse van de site. Het spreekt voor zich dat het volledige ontwikkelingstraject reeds voorafgaand aanvang, toen de gegevens verzameld werden en de precieze locatie voor het bedrijventerrein werd aangeduid. In de voorbereidingsfase wordt eveneens het samenwerkingsverband van partijen voor het ontwikkelingstraject vormgegeven en taken en verantwoordelijkheden verdeeld, alsook een financiële analyse uitgevoerd en een extern klankbord vormgegeven.

In de ontwerpfase wordt de inrichting van het terrein vormgegeven, rekening houdende met de bestaande elementen op het terrein, de landschappelijke, stedenbouwkundige en eventueel sociale context, de ecologische structuren en maatregelen, de verwachte bedrijfsactiviteiten, etc. Bijkomende onderzoeken kunnen uitgevoerd worden om dit ontwerp te ondersteunen, alsook bijvoorbeeld het uitschrijven van een ontwerpwedstrijd. Het ontwerp wordt getoetst financieel, bij het extern klankbord en in het openbaar onderzoek en de infovergadering.

De realisatiefase behelst de aanleg van het bedrijventerrein, door de aanleg van de infrastructuur en het bouwrijp maken van de bedrijfskavels. Het kan ook de oprichting van bedrijfs (verzamel)gebouwen voor de terbeschikkingstelling aan bedrijven betekenen. Technische plannen, eventueel architectuurplannen, en bestekken worden opgemaakt en de uitvoering van de werken opgevolgd.

In de uitgiftefase worden de bedrijfskavels en -modules ter beschikking gesteld van de geselecteerde kandidaat-bedrijven, geleid door een aantal kwaliteitsdoelstellingen en hieraan gekoppelde uitgifterichtlijnen en -voorwaarden, zoals stedenbouwkundige verplichtingen, eisen aan bedrijfsactiviteit, andere terbeschikkingstellingsvoorwaarden. Communicatie inzake de uitgiftevoorwaarden en beheersvoorwaarden is belangrijk.

In de exploitatiefase of beheersfase van het bedrijventerrein zijn ook de bedrijven in exploitatie. Het komt erop aan het terrein te beheren en te onderhouden, en de kwaliteit te handhaven of te verbeteren. Het terreinbeheer wordt geleid door het terreinbeheersplan; de voorwaarden aan de ondernemingen door een huishoudelijk reglement en voorwaarden die reeds werden opgenomen bij de terbeschikkingvoorwaarden. Concrete acties kunnen opgezet worden en de bedrijven kunnen betrokken worden in het beheer van het terrein. Er is een permanente evaluatie en eventuele bijsturing van het beheer, van de beheerder of van de ondernemingen. Deze fase wordt bovendien gekenmerkt als een container van een continue herhaling van voorgaande fases, waarin nieuwe bedrijven in de plaats komen van oorspronkelijke, de infrastructuur uitgebreid of opnieuw aangepakt wordt, het bedrijventerrein mogelijk anders gepositioneerd wordt, etc.

Het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (RSV) bepaalt dat de ontwikkeling van bedrijventerreinen in handen dient te blijven van de overheid (Deel 2 - III.3.3.2.4. (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap 2004)). Het Vlaams Gewest bakent de regionale bedrijventerreinen af in de grootstedelijke gebieden, in de regionaalstedelijke gebieden en in het economisch netwerk van het Albertkanaal. De provincie bakent de regionale bedrijventerreinen af in de structuurondersteunende kleinstedelijke gebieden, in de kleinstedelijke gebieden op provinciaal niveau en in de specifieke economische knooppunten. Het Vlaams Gewest bakent, in overleg met de provincie en de gemeente, de bedrijventerreinen af voor de herlokalisatie en uitbreiding van historisch gegroeide bedrijven buiten de economische knooppunten. De gemeente bakent de lokale bedrijventerreinen af (Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen - Deel 2 - III.3.3.2.1. (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap 2004)). De praktijk toont aan dat dit niet betekent dat private partijen geen belangrijke rol kunnen vervullen in de ontwikkeling van bedrijventerreinen in Vlaanderen (zie ook onderdeel 3.2.3.).

Om de optimale lokalisatie en kwaliteitsvolle inrichting van lokale, gemengd regionale en specifiek regionale bedrijventerreinen te ondersteunen, zijn volgende algemene principes richtinggevend<sup>1</sup> (Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen - Deel 2 - III.3.3.2.5. (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap 2004)):

- een zuinig ruimtegebruik (bouwen in meerdere lagen indien mogelijk, gezamenlijke en gemeenschappelijke voorzieningen, verhoogde dichtheid, ...);
- een strikte fasering in het aansnijden van reserveterreinen en tegelijk een effectieve beschikbaarheid van bedrijventerreinen;
- het beperken van reserve in eigendom van bedrijven;
- het vastleggen van inrichtingsprincipes;
- het voorbehouden van grote terreinen voor bedrijven van grote omvang;
- nieuwe watergebonden terreinen uitsluitend voorbehouden voor bedrijven die van de waterinfrastructuur optimaal gebruik maken;
- bedrijventerreinen worden zodanig gelokaliseerd en ingericht dat de milieuhinder van het bedrijventerrein naar de omgeving maximaal wordt beperkt (lawaaihinder, licht- en luchtvervuiling, stankhinder,...);
- bij lokalisatie moet het openbaar en collectief vervoer een aandeel hebben of verwerven in de personenmobiliteit;
- alle bestaande en nieuwe bedrijventerreinen moeten over een maximale algemene uitrusting (waaronder een gescheiden rioleringstelsel) kunnen beschikken.

De lokalisatie en inrichtingsprincipes worden verder verduidelijkt voor een lokaal, gemengd regionaal of specifiek regionaal bedrijventerrein. Onder meer wordt voor regionale bedrijventerreinen gestipuleerd dat een maximale algemene uitrusting (telecommunicatie, water, gas en

elektriciteitsvoorziening, waterzuivering en riolering) en een maximale specifieke uitrusting voor de specifieke regionale bedrijventerreinen aanwezig dient te zijn. Voor het overige is er geen aandacht voor het energiegebruik of de energievoorzieningen in het RSV<sup>2</sup>.

## 3.2. De Vlaamse regeling inzake CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen

De aandacht voor het energiegebruik of de energievoorzieningen ontbreekt in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen, dat de voornaamste contouren uittekent voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen. Om de kwaliteit van nieuwe en verouderde bedrijventerreinen verder te stimuleren, heeft de Vlaamse Regering in 2003, in het besluit van 5 september houdende subsidiëring van bedrijventerreinen, wetenschapsparken en bedrijfsgebouwen (verder aangeduid als SB2003), een regeling neergeschreven die een tegemoetkoming in de kosten voor de aanleg en heraanleg van bedrijventerreinen onder voorwaarden aanbiedt (Vlaamse Regering 2003). Op 1 januari 2007 liep deze regeling ten einde, maar werd ze opgevolgd door een nieuwe ondersteuningsregeling. De Vlaamse Overheid kan dus nog steeds een financiële bijdrage verlenen ter ondersteuning van de ontwikkeling van bedrijventerreinen, meer specifiek voor de aanleg van nieuwe bedrijventerreinen, voor de uitbreiding van bestaande terreinen en voor de heraanleg van bestaande bedrijventerreinen. In de nieuwe subsidieregeling zit nu de eis vervat dat de bedrijventerreinen *CO<sub>2</sub>-neutraal* dienen te zijn. Hiermee wordt het belang van energiemaatregelen op bedrijventerreinen in Vlaanderen wettelijk geïntroduceerd.

### 3.2.1. Subsidieregeling

De Vlaamse Regering werkte de nieuwe ondersteunings- inclusief *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsregeling* uit aan de hand van twee besluiten. De wettelijke basis wordt gelegd door het besluit van de Vlaamse Regering van 16 mei 2007 houdende subsidiëring van bedrijventerreinen (verder naar verwezen als SB2007) (Vlaamse Regering 2007a). Daarin wordt tevens melding gemaakt van een verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, dewelke verder wordt uiteengezet in het ministerieel besluit van 1 oktober 2007 houdende de uitwerking van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* op de bedrijventerreinen (verder naar verwezen als MB2007) (Vlaamse Regering 2007b). Dit laatste besluit werd gewijzigd op 5 juni 2009 ter verbetering van enkele juridisch-technische punten (verder naar verwezen als MB2009) (Vlaamse Regering 2009c) (toegelicht in onderdeel 5.1.). *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* wordt gedefinieerd als het *CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteitsverbruik* van de bedrijven op het bedrijventerrein of de compensatie van hun CO<sub>2</sub>-emissies tengevolge van hun elektriciteitsverbruik (SB2007 Art. 1 16°).

Onder de in aanmerking komende terreinen vallen alle zones, buiten een afgebakend zeehavengebied, die bestemd zijn of zullen worden voor de vestiging van bedrijven die actief zijn in de handel, nijverheid, commerciële en niet-commerciële dienstverlening en industrie, echter met uitzondering van de zones die hoofdzakelijk bestemd zijn voor kleinhandelsactiviteiten, horeca en kantoren (SB2007 Art. 1 1°). Een speciale subgroep daarvan vormen de strategische bedrijventerreinen, die wegens vervulling of veroudering van strategisch belang zijn om op de markt te behouden of te herintroduceren, of bedrijventerreinen die om economische redenen van strategisch belang zijn voor de Vlaamse economie, met inbegrip van wetenschapsparken (SB2007 Art. 1 2°; Art. 14 §1).

### 3.2.2. Kwaliteitsborging

De Vlaamse Regering spitst haar ondersteuning toe op de bevordering van kwaliteit - daaronder valt niet alleen de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* -, de bestrijding van de veroudering en de creatie van een strategisch aanbod van bedrijventerreinen (SB2007 Art. 2 §1).

Net zoals onder het voorgaande subsidiebesluit, moet de kwaliteit van elk bedrijventerrein waarvoor subsidies worden verzocht, gegarandeerd worden door het verplicht opstellen van een (her) inrichtingsplan, een uitgifteplan en een beheersplan (SB2007 Art. 6). Hier komt de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsconditie* tot uiting als een absolute voorwaarde voor de subsidiëring.

Uit het (her)inrichtingsplan, het uitgifteplan en het beheersplan vloeien tevens een aantal verplichtingen voort voor de gebruikers van de kavels. Deze dienen verplicht en voldoende afdwingbaar te worden gesteld door middel van de opname in de aktes van terbeschikkingstelling en in de beheerscontracten. De verplichtingen dienen ook verder te gaan op opeenvolgende overdrachten, aanwijzingen of toekenningen van enig zakelijk en/of persoonlijk gebruiks- of genotsrecht m.b.t. de kavels (SB2007 Art. 11).

### 3.2.2.1. Het (her)inrichtingsplan

Allereerst dient voor de aanvraag van subsidies voor de aanleg (herinrichting) en uitbreiding van een bedrijventerrein een (her)inrichtingsplan te worden opgemaakt.

Het inrichtingsplan dient aan een aantal algemene beschrijvingen tegemoet te komen: van de bestaande toestand van de terreinen, van de algemene inrichtingsprincipes met inbegrip van de ontsluitings- en nutsinfrastructuur, van de stedenbouwkundige en economische aspecten van het terrein, en van de mogelijke ecologische en veiligheidsmaatregelen (SB2007 Art. 7 §1). Het herinrichtingsplan dient in te gaan op de verouderingsproblematiek, de doelstellingen van de herinrichting, de mogelijkheden inzake verduurzaming, en op het stappenplan (SB2007 Art. 8).

In beide gevallen dient een zogenaamd deelplan *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* te worden toegevoegd, met daarin de maatregelen die de ontwikkelaar onderneemt om de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* te garanderen (SB2007 Art. 7 §2 1°). Ook dienen onder meer volgende aspecten, dewelke de mogelijkheden tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* kunnen beïnvloeden, specifiek uitgewerkt te worden:

- de maatregelen leidende tot intensief en flexibel ruimtegebruik;
- de landschappelijke inplanting van het bedrijventerrein in zijn landschappelijke omgeving onder meer op het gebied van het stratenpatroon, de groenaanplanting en de buffering;
- de duurzame maatregelen onder andere met betrekking tot het gebruik van materialen, de bedrijfsprocessen en de mobiliteit (ecologie);
- de veiligheidsmaatregelen met onder meer betrekking tot de vestiging van Sevesobedrijven, de brandveilige aanleg, de verkeersveiligheid en de preventie criminele activiteiten;
- de beeldkwaliteit garanderende architectonische en stedenbouwkundige maatregelen.

Dat de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* een speciale plaats bekleedt blijkt bovendien uit het feit dat indien elementen uit het inrichtingsplan de oprichting van groene stroomproductie-installaties zouden hinderen, de aktes van terbeschikkingstelling hiervan mogen afwijken (SB2007 Art. 39).

### 3.2.2.2. Het uitgifteplan

Het uitgifteplan bevat de terbeschikkingstellingsvoorwaarden voor de uit te geven kavels op het nieuwe, uitgebreide of heraangelegde bedrijventerrein.

Hierin dienen de bezwarende maatregelen met betrekking tot de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* voor de kandidaat-bedrijven tot uiting te komen (SB2007 Art. 9). Op deze wijze dienen de bedrijven verplicht te worden tot de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsvereiste*, dewelke deze subsidiëeringsvoorwaarde voor het terrein garant stelt. Verder bevat het uitgifteplan onder andere volgende types voorwaarden, die eveneens een invloed kunnen hebben op de toepassingsmogelijkheden van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* door de ondernemingen:

- de bezwarende maatregelen met betrekking tot de kavels inzake een rationeel en zuinig ruimtegebruik;
- de evaluatiecriteria van de kandidaat-kopers en Sevesobedrijven;
- de stedenbouwkundige verplichtingen;
- de aspecten van het (her)inrichtingsplan met weerslag op de uitgifte van de kavels.

Ook hier bepaalt het besluit dat indien elementen uit het uitgifteplan de oprichting van groene stroomproductie-installaties zouden hinderen, de aktes van terbeschikkingstelling hiervan mogen afwijken (SB2007 Art. 39).

### 3.2.2.3. Het beheersplan

Tot slot moet er een beheersplan worden geformuleerd met daarin de maatregelen tot duurzaam onderhoud en de aspecten van het (her)inrichtingsplan met weerslag op het beheer (SB2007 Art. 10). Ook de beheersvoorwaarden van het bedrijventerrein met betrekking tot de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* dienen bijgevolg vermeld te worden. Net als voor het inrichtings- en uitgifteplan bepaalt het besluit dat indien elementen uit het beheersplan de oprichting van groene stroomproductie-installaties zouden hinderen, de aktes van terbeschikkingstelling hiervan mogen afwijken (SB2007 Art. 39).

### 3.2.3. Subsidieerbare kosten voor de (her)aanleg en subsidiebedrag

De subsidie betreft een procentuele steun. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen verschillende fases: het eventuele voortraject bij de heraanleg van verouderde bedrijventerreinen of brownfields, de (her)aanleg en het beheer van het bedrijventerrein.

De hoogte van de subsidie voor de (her)aanleg van bedrijventerrein bedraagt 30% van de kostprijs van de door het besluit nader bepaalde werken en kosten (SB2007 Art. 13). Voor strategische bedrijventerreinen verdubbelt de subsidiegraad (SB2007 Art. 14). Brownfields en verouderde bedrijventerreinen kunnen tevens ondersteund worden in het voortraject bij de procesbegeleiding en haalbaarheidsstudie (SB2007 Art. 12).

De subsidie blijft beperkt tot de werken en de kosten met een economische doelstelling (SB2007 Art. 2 §2). De subsidie is wel cumuleerbaar met andere subsidies. De gecumuleerde subsidie mag echter maximaal 85 % bedragen van de kostprijs van de werken en andere kosten (SB2007 Art. 3). Ten slotte geldt dat alleen die werken subsidiabel zijn die uitgevoerd worden op gronden die al tot het openbaar domein<sup>3</sup> behoren of die daarbij gratis zullen worden ingelijfd (SB2007 Art. 4).

Onder de werkzaamheden die voor (her)inrichting als aanvaarde kosten worden beschouwd vallen hoofdzakelijk de aanleg, en de daartoe nodige opdrachten, van de openbare en gemeenschappelijke infrastructuur (SB2007 Art. 20). Daarbij kunnen onder meer volgende werken die expliciet worden vermeld, de CO<sub>2</sub>-emissies door de bedrijven en bij uitbreiding het terrein beïnvloeden:

- inzake de mobiliteit: de aanleg van wegen en openbare parkeerplaatsen, fietspaden en -stallingen, kaaimuren, aansluitingen op het spoor, gemeenschappelijke logistieke infrastructuur, andere werken die leiden tot het gebruik van milieuvriendelijk verkeer en vervoer;
- inzake het ruimtegebruik: werken die leiden tot intensief ruimtegebruik, de aanleg van beplantingen en de buffers;
- inzake de energievoorziening: werken die leiden tot energiebesparing, het gebruik van duurzame energie, aanleg van telematica-infrastructuur, wachtkokers, openbare verlichting;
- inzake de benutting van afval tot materiaal of energie: aanleg van een rioleringsstelsel, riolerings- of zuiveringsinfrastructuur, aanleg van effluentleidingen, werken die leiden tot afvalpreventie en afvalscheiding;
- inzake de efficiënte inzet, t.t.z. het gemeenschappelijk gebruik van materiaal, faciliteiten en diensten.

Ook andere dan de genoemde werken die bijdragen tot de verduurzaming van het terrein op het gebied van intensief ruimtegebruik, energiebesparing, waterbesparing, gebruik van duurzame energie, afvalpreventie en afvalscheiding, milieuvriendelijk verkeer en vervoer, en het gezamenlijk gebruik van materieel, faciliteiten en diensten kunnen in aanmerking worden genomen (SB2007 Art 20 §2). In geval van uitzonderlijk hoge investeringskosten, kan voor één van de in het besluit nader bepaalde werken en kosten tot 70% worden gesubsidieerd (SB2007 Art. 15).

De subsidie voor de (her)aanleg van het terrein komt ten goede aan de ontwikkelaar. Die ontwikkelaar moet in zijn hoedanigheid voldoen aan één van twee categorieën. Een eerste categorie



omhelst de publiekrechtelijke rechtspersoon; specifiek worden vernoemd: de intergemeentelijke samenwerkingsvorm, de provinciale ontwikkelingsmaatschappij, de gemeente, het autonome gemeentebedrijf, de provincie, de universiteit of een andere door de Vlaamse Regering daartoe aangewezen publiekrechtelijke rechtspersoon. De tweede categorie omhelst private ondernemingen die moeten aantonen dat zij actief zijn in de (her)ontwikkeling of (her)inrichting van bedrijventerreinen (SB2007 Art. 17 §1). De ontwikkelaar hoeft geen eigenaar te zijn van de gronden, een overeenkomst over de (her)ontwikkeling met de eigenaars van de terreinen volstaat (SB2007 Art. 17 §3).

Ondanks de ondersteuning voor de aanleg van het terrein, mogen de bouwpercelen niet onder de marktprijs ter beschikking gesteld worden. Ook mogen de kwaliteitseisen die ermee gepaard gaan niet leiden tot een hoger dan marktconforme prijs (SB2007 Art. 39).

Nieuw in het SB2007 ten opzichte van het SB2003, is dat er ook een subsidie verstrekt wordt voor het beheer van het bedrijventerrein, namelijk tot 10% van de door het besluit nader bepaalde werken en kosten (SB2007 Art 16).

De beheerssubsidie kan verleend worden aan dezelfde rechtspersonen als vermeld voor de subsidie voor de (her)aanleg of (her)inrichting (SB2007 Art. 18). Deze rechtspersoon kan wel verschillend zijn van diegene die de (her)aanleg of (her)inrichting uitvoert. Het beheer (en de uitgifte) mogen bovendien nog uitbesteed worden aan publieke of private beheerders van bedrijventerreinen (SB2007 Art. 27). Het opstarten van een specifiek beheerscomité minstens tot de volledige uitgifte van het terrein is in bepaalde gevallen verplicht (SB2007 Art. 23). De gevestigde bedrijven dienen bij het beheer van het terrein betrokken te worden (SB2007 Art. 26 §1). Hun stem dient gehoord te worden met betrekking tot mogelijke aanpassingen van het beheersplan en eventuele huishoudelijke reglement. Ook mogen zij raad geven inzake het uitgifteplan (SB2007 Art. 26 §2).

### 3.2.4. Toepassingsbereik

Het SB2007 legt de voorwaarde van *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* op aan de terreinontwikkelaar en -beheerder in geval van het verkrijgen van subsidies voor de (her)aanleg en het beheer van een bedrijventerrein (SB2007 Art. 7 §2). In het MB2007 wordt verder gespecificeerd dat de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* enkel van toepassing is indien nieuwe kavels worden aangelegd (MB2007 Art. 2 §1). Meer specifiek stelt het besluit dat (enkel) alle ondernemingen die een nieuwe kavel op het terrein in gebruik nemen, moeten voldoen aan de verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* (MB2007 Art. 3 §1).

Het MB2007 legt de uiteindelijke verplichting en uitvoering tot de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* dus niet bij de terreinontwikkelaar en/of -beheerder, maar wel bij de ondernemingen die de kavels van het bedrijventerrein in gebruik nemen; een verplichting waarvan zij op de hoogte dienen te worden gesteld door de terreinontwikkelaar door de opgenomen clausules in de terbeschikkingstellingsovereenkomst en de beheerscontracten.

Het verbruik van de terreinontwikkelaar/-beheerder en de gemeente zelf op het terrein dient niet *CO<sub>2</sub>-neutraal* te zijn. Praktische toepassingen zijn bijvoorbeeld de openbare verlichting, waterpompen, of andere.

### 3.2.5. Sancties ten aanzien van de terreinbeheerder

Het SB2007 stelt de voorwaarde dat de subsidievragende publiekrechtelijke rechtspersoon of private onderneming in de aktes van terbeschikkingstelling van de kavels aan de bedrijven sancties voor de niet-naleving van de verplichte *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* zoals zij voortvloeit uit de opgestelde (her)inrichtingsplannen, uitgifteplannen, en beheersplannen opneemt (MB2009 Art. 10). Slechts indien aan die voorwaarde voldaan is, kan zij aanspraak maken op de subsidie voor de kostprijs van de werken. De ontwikkelaar of beheerder dient deze sanctiemechanismen aan te wenden om de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* na te doen leven. Ingeval de beheerder er niet in slaagt de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* te doen gelden op het terrein, kunnen de subsidies voor het beheer teruggevorderd worden (MB2009 Art. 5).

### 3.3. Competitie van CO<sub>2</sub>-armere tot klimaatbestendige bedrijventerreinen

De aandacht voor CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen was in Vlaanderen eigenlijk reeds aanwezig vóór het vernieuwde subsidiebesluit in voege trad, en bestaat op heden eveneens op terreinen in Vlaanderen die niet onder de CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting vallen. Ook in andere landen vinden we meer en meer initiatieven terug die aandacht hebben voor de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies op bedrijventerreinen. Onderstaande voorbeelden geven een (niet-exhaustief) beeld, doch een breed spectrum van maatregelen kan reeds ontdekt worden.

#### 3.3.1. Evolis Kortrijk

Het bedrijventerrein Evolis in Kortrijk heeft een impuls betekend in Vlaanderen in de CO<sub>2</sub>-emissiereductie op bedrijventerreinen. Het bedrijventerrein wordt ontwikkeld door de Intercommunale Leiedal, en werd in 2007 geprijsd als TOP-project door de Vlaamse minister van Economie, waarmee het een voorbeeld stelt voor de aanleg, de inrichting en het beheer van bedrijventerreinen (zie Figuur 3.1). Het terrein stelt zich op als een hoogwaardig bedrijventerrein, weergegeven door de zorg in het ruimtelijke ontwerp en de installatie van parkmanagement, en tevens als aandachtspunt in de selectie van kandidaat-investeerders. Vier windturbines op het bedrijventerrein, parallel aan de E17-autosnelweg, vormen een landmark voor het terrein, en produceren 20,6 GWh elektrische energie jaarlijks (Electrawinds 2009). Aanvullend is er ruimte gereserveerd voor een biomassa-warmtekrachtcentrale, die mogelijks zal gerealiseerd worden naar het einde van de uitgifte van het bedrijventerrein, zodat met de warmtebehoefte kan afgestemd worden. Voor een eerdere dimensionering, zou de centrale bijkomend jaarlijks 122,5 GWh elektrische energie produceren (Intercommunale Leiedal 2011). Evolis stelt een voorbeeld in Vlaanderen voor de integratie van grootschalige hernieuwbare energieproductie op een bedrijventerrein. Het dossier dateert reeds van voor de wijziging van de subsidievoorwaarden (Vannieuwenborg 2008). De aandacht voor energemaatregelen op terreinniveau was bijgevolg al aanwezig in de praktijk.



*Figuur 3.1: Stedenbouwkundig ontwerp van het bedrijventerrein Evolis door Intercommunale Leiedal (2011)*

#### 3.3.2. Climate Initiative Oostende

Zoals onder meer Antwerpen, Genk, Gent en Hasselt heeft Oostende zich geëngageerd in het Covenant of Mayors dat lokale overheden oproept tot de opname van een minstens 20% reductiedoelstelling van de CO<sub>2</sub>-emissie tegen 2020, en dat ondersteunt tot de opmaak van een actieplan voor duurzame energie (European Commission 2010b). De Stad Oostende, het Autonome Gemeentebedrijf Energiebesparing Oostende en het kennis- en communicatieplatform in duurzame en hernieuwbare energie Power-Link nemen een leidende rol, in het engagement dat tot Climate Initiative Oostende gedoopt werd. Onder meer leeft de ambitie om de hernieuwbare energie-industrie sterk uit te

bouwen in de haven van Oostende. Power-Link en het wetenschapspark met incubator Greenbridge van de Universiteit Gent leveren daartoe sterke kiemen (Power-Link 2010a; Power-Link 2010b).

### 3.3.3. Nederland

In Nederland lopen initiatieven op bedrijventerreinen van diverse aard (zie Wesselink, Simons et al. (2009)). Het kan gaan om gezamenlijke doelstellingen voor de emissiereductie gesteld door de gevestigde bedrijven, om centrale CO<sub>2</sub>-armere energievoorzieningen op het terrein, om praktische ondersteuning vanwege de terreinbeheerder, etc.

Hessenpoort in Zwolle is bijvoorbeeld een bovenregionaal, grootschalig gemengd bedrijventerrein (290 ha) gericht op productie, groothandel, bouw, transport, distributie en reststoffenverwerking. O.a. zullen zich twee biomassavergistingsinstallaties vestigen die energie en warmte zullen produceren uit organisch afval. De gevestigde ondernemers hebben de uitdaging aangegaan om de CO<sub>2</sub>-emissie met 9% te reduceren. Ondernemers wordt tevens de mogelijkheid geboden om gebruik te maken van een koude/warmte-opslagsysteem op het bedrijventerrein. De gemeente biedt bedrijven een gratis milieuscan aan op basis van de bouwplannen, uitgevoerd door een gespecialiseerd bureau. De kansen om een duurzamer bedrijfspand te realiseren, inclusief de energievoorziening worden gedetecteerd.

Ecofactorij is een gemengd bedrijventerrein (95 ha) in Apeldoorn bestemd om voor lange termijn een duurzaam en ecologisch vestigingsklimaat aan te bieden voor grootschalige en zwaardere bedrijvigheid (kaveloppervlakte tussen 1,5 en 10 ha). Een kwaliteitsplan moet de duurzame ontwikkeling van het terrein garanderen, zoals op het gebied van energie, water, afval, grondgebruik, bereikbaarheid, etc. CO<sub>2</sub>-neutraliteit van het bedrijventerrein is één van de belangrijkste doelstellingen. Voor de warmtevoorziening van de gebouwen (WES Onderzoek en Advies 2006a) zijn er meerdere warmte- en koudeputten in de bodem. Een gasdistributienet is niet aanwezig, maar er is wel een initiatief voor de bouw van een biomassavergistingsinstallatie, waarbij het biogas tot aardgas zou moeten opgewerkt worden. Voor de elektriciteitsvoorziening zullen 5 windturbines op het terrein instaan en het bedrijventerrein bezit een privaat elektriciteitsnet met aansluiting op het distributienet voor levering van energieoverschotten en afname van tekorten.

Ecofactorij heeft een stimuleringssysteem ontwikkeld om bedrijven sterk in duurzaamheid te laten scoren. Minimale duurzaamheidseisen werden vastgelegd in een vestigingspakket. Een pluspakket is een optioneel pakket van meer ambitieuze duurzaamheidsdoelstellingen met product- en procesinnovaties en duurzaamheid op vlak van de bedrijfsinrichting. Des te meer maatregelen bedrijven doorvoeren, des te groter de korting op de kavelprijs wordt, tot maximum 10%.

Een parkmanagementcoöperatie werd opgericht met participatie van de bedrijven, gemeente en andere, zoals onder meer de nutsmaatschappijen. Ze staat in voor de inkoop van goederen en diensten, de afname van duurzame energie, het hergebruik van water en grondstoffen op het terrein, tevens mede om de duurzaamheidsambities van de gemeente te waarborgen en te stimuleren bij de ondernemers.

Het bestaande gemengde bedrijventerrein De Dubbelen (256 ha) in Veghel richt zich op de voedingsmiddelenindustrie en de logistiek in functie van de eerste, maar er zijn ook staalverwerkingsbedrijven en betonfabrieken te vinden. Een collectief koude-warmteopslagsysteem haalt warmte uit de bodem en biedt een infrastructuur aan voor de benutting van de beschikbare restwarmte afkomstig van het staalbedrijf op het terrein in de andere bedrijven. Op heden wordt er tevens bekeken restwarmte naar omliggende woningen te sturen.

A12 Ede-Veenendaal is een nieuw lokaal en regionaal gemengd bedrijventerreinen van 120 ha, samen ontwikkeld door de gemeenten Ede en Veenendaal. Op dit bedrijventerrein wordt naast een gasnet eveneens een waternetwerk aangelegd waarin opgepompt grondwater circuleert hetwelk kan ingezet worden voor verwarming met een warmtepomp en voor koeling. Samen zou deze voorziening goed zijn voor 45% energiebesparing ten opzichte van een verwarming en koeling met een traditionele ketel en airconditioning. Bovendien werd ruimte gereserveerd voor de realisatie van twee windturbines.

Een laatste voorbeeld van een regionaal gemengd terrein is het nieuwe bedrijvenpark Laarakker van 85 ha in Cuijk, dat zich toespitst op industrie, handel, afvalverwerking en logistiek en

lieft op de voedsel-, farma- en gezondheidsindustrie. De doelstelling voor het terrein inzake energie is de volledige lokale zelfproductie van de gebruikte energie op het terrein. Om duurzaamheid in ruime zin en onder meer energie-efficiëntie en hernieuwbare energieproductie te stimuleren bij de individuele bedrijven, staat een uitgifteteam de bedrijven bij bij het ontwerp, en wordt er tevens gedacht aan een korting op de kavelprijs voor sterk presterende bedrijven.

Het Climate Initiative Rotterdam is dan weer uniek in Nederland door de aanwezigheid van een van de grootste havens in Europa en door de integrale aanpak van alle CO<sub>2</sub>-emissies op het volledige grondgebied van Rotterdam.

“Als we wachten op landelijke of Europese richtlijnen, komen we hopeloos te laat” stelt Wiert-Jan De Raaf, programmadirecteur van het Rotterdamse Climate Initiative (Beckers 2010). Rotterdam wil inzetten op een sterke economie en een aangename woonstad. Daarvoor heeft het onder meer het Rotterdam Climate Initiative gelanceerd dat als doelstelling stelt de CO<sub>2</sub>-emissie binnen de gemeentegrenzen van Rotterdam 50% lager te hebben in 2025 dan in 1990, en klimaatbestendig te worden. De Rotterdamse industrie is een petrochemische cluster die bijgevolg volledig afhankelijk is van fossiele brandstoffen en daardoor kwetsbaar. Een radicale omslag op andere brandstoffen en grondstoffen is noodzakelijk voor het veilig stellen van de economische activiteit op lange termijn, aldus De Raaf (Beckers 2010).

Het Rotterdam Climate initiative wordt breed gedragen, en getrokken door verscheidene organisaties: de Gemeente Rotterdam met het Ontwikkelingsbedrijf Rotterdam, het Havenbedrijf Rotterdam, Deltalinqs (een belangenvereniging van logistieke en industriële bedrijven uit het Rotterdamse haven- en industriegebied) en DCMR Milieudienst Rijnmond (DCMR Milieudienst Rijnmond 2007). De CO<sub>2</sub>-emissiebronnen die in het emissiereductieplan opgenomen worden zijn de industrie en de energieopwekking (grote milieubelastende bedrijven in de raffinaderijen, chemie, energieopwekking, afvalverbranding en overige industrie), het verkeer en vervoer (weg- en spoorverkeer, schepen- en luchtvaart), en de gebouwde omgeving (woningen, kleine bedrijven, handel en diensten, bouw, glastuinbouw, riolering en waterzuivering) (DCMR Milieudienst Rijnmond 2007). Concrete thema's waarop gewerkt wordt zijn onder andere de verhoging van de energie-efficiëntie in de industrie, de benutting van restwarmte, de uitbouw van warmtekrachtkoppeling en windenergie, de inzet van biomassa en CO<sub>2</sub>-opslag. Het Rotterdamse stadsbestuur heeft 31 miljoen euro voorzien voor de periode 2011-2014. De doelstelling is echter een stimulerend kader te scheppen om de privé-sector tot investeren aan te zetten (Beckers 2010).

### 3.3.4. Canada

In de Canadese provincie Alberta werd recent gestart met de ontwikkeling van twee nieuwe gemengde bedrijventerreinen, onder leiding van Eco-Industrial Solutions Ltd., op basis van een vernieuwende, op duurzaamheid gebaseerde visie (Braziller 2009). In Fort McMurray, een stad in Wood Buffalo, wordt een 53 ha groot gemengd bedrijventerrein, TaigaNova Eco-Industrial Park, uitgegeven (zie Figuur 3.3); in Hinton telt het gemengd bedrijventerrein Innovista Eco-Industrial Park 42 ha (zie Figuur 3.2) (Eco-Industrial Solutions 2005; TaigaNova Eco-Industrial Park 2010).



*Figuur 3.2: Innovista Eco-Industrial Park (2010)*

Beide bedrijventerreinen, gericht op lichte tot middelzware bedrijvigheid, moeten innovatie in duurzame maatregelen door de bedrijven en een hoge milieuperformantie en economische prestatie ten toon spreiden (Eco-Industrial Solutions 2005; Regional Municipality of Wood Buffalo 2007). De inrichtings- en infrastructuurplannen werden opgesteld met veel groenvoorziening en waterbuffering. Voorstellen tot oprichting van een bedrijf (Development Permit Application) worden getoetst aan gedetailleerde richtlijnen (Development Guidelines), opgedeeld in een verplichte en optionele. Bijvoorbeeld voor Innovista EIP (Eco-Industrial Solutions 2005) komen onder andere onderstaande richtlijnen voor.

Verplichte maatregelen met een impact op de CO<sub>2</sub>-emissie:

- Analyseer en kwantificeer de behoefte aan resources (o.a. energie, water, materialen, logistiek en transport) en de productie aan afval van het bedrijf; doe hetzelfde voor bedrijven in de omgeving; analyseer en overleg de mogelijkheden om het resourcesgebruik en de afvalproductie te reduceren door het delen met andere bedrijven en andere maatregelen.
- Voorzie een gebouw met een 25% betere energie-efficiëntie dan de standaard.
- Oriënteer het gebouw en gebruik thermische massa om het gebruik van passieve zonne-energie voor verwarming en koeling, van natuurlijke verlichting en verluchting te maximaliseren.
- Voorzie het systeem voor de verwarming en het sanitair warm water zo dat de gebouwen in de toekomst kunnen aangesloten worden op een warmtenetwerk.
- Bekijk de mogelijkheid om op de kavel energie te produceren op basis van hernieuwbare energiebronnen of met warmtekrachtkoppeling.
- Voorzie parkeerplaatsen voor kleine wagens, carpoolers en alternatieve wagens.
- ...

Van de optionele set dienen minimum een vastgesteld aantal richtlijnen nagekomen te worden, maar de bedrijven mogen kiezen welke precies. Onder de optionele richtlijnen zijn:

- Minimaliseer de voetafdruk van het gebouw, door het stapelen van functies en rekken, gebruik van collectieve logistieke functies met andere bedrijven en koppelbouw.
- Voorzie bomen ten westen en ten noorden van de gebouwen om te beschermen tegen koude wind in de winter en zon uit het westen in de zomer.
- Voorzie groendaken en groenmuren.
- Gebruik seizoensgeoptimaliseerde en gebruikersgestuurde schaduwtechnieken.
- Hanteer een geïntegreerd ontwerpproces waarbij synergieën tussen bouwtechnieken en bedrijfsprocessen gedetecteerd en uitgespeeld kunnen worden.
- Engageer tot het (deels) aankopen van garanties van oorsprong voor de energievoorziening van het gebouw.
- Voorzie het watersysteem zo dat het warm water (later) kan voorverwarmd worden met een zonnecollector.

Het TaigaNova Eco-Industrial Park hanteert gelijkaardige richtlijnen, eveneens in twee sets onderverdeeld (Regional Municipality of Wood Buffalo 2007). De eco-industriële parken kennen een ontwerp-, realisatie- en uitgiftestrategie waarin duurzaamheid een centrale rol speelt. Met fierheid wordt aangekondigd dat het TaigaNova EIP voorzien wordt van autonome en intelligent gestuurde LED verlichting op zonne-energie, geproduceerd door een Canadees bedrijf, waarmee bijgevolg lokale productinnovatie gesteuwd wordt. In de tender die gelanceerd werd voor de aanleg van het terrein werd eveneens gevraagd naar een Construction Sustainability Plan. Daardoor draaien er ook machines op biodiesel (TaigaNova Eco-Industrial Park 2010).



*Figuur 3.3: TaigaNova Eco-Industrial Park (Marwah 2010a)*

In een applicatie voor een kavel dienen kandidaat-investeerdere conceptplannen toe te voegen alsook te vermelden welke duurzaamheidsmaatregelen zij zullen doorvoeren (TaigaNova Eco-Industrial Park 2010). De kandidaten worden gerangschikt in volgorde van afnemend aantal duurzaamheidsmaatregelen die uitgevoerd zullen worden en de beste kandidaten worden uitgenodigd voor onderhandeling (Marwah 2010a; TaigaNova Eco-Industrial Park 2010). De beloofde maatregelen zijn vervolgens verplicht uit te voeren (TaigaNova Eco-Industrial Park 2010). Als stimulans heeft de ontwikkelaar bekomen dat de lokale overheid lagere taksen op de gebouwen van de bedrijven heft (TaigaNova Eco-Industrial Park 2010).

### **3.3.5. Verenigd Koninkrijk**

Het Londense Green Enterprise District (GED) is een grootschalige ontwikkeling van een industrieel-economische site in het oosten van de stad ter grootte van 4 800 ha, waarmee Londen de low carbon business in de stad een vliegende start wil geven, en een 'first mover advantage' wil uitbouwen. Het gebied kent een lange geschiedenis van afvalverwerking. Het GED is gericht op aantrekken van bedrijven actief in koolstofarme en milieuvriendelijke producten en diensten, met een specifieke focus op afvalmanagement, hergebruik van afval en recyclage; hernieuwbare energie zoals biomassa, wind en zon; en andere koolstofarme technologieën zoals alternatieve brandstoffen en voertuigen en gebouwtechnologieën. Londen wil met het project inzetten op de creatie van werkgelegenheid in de sectoren van de toekomstige koolstofarme economie (London Development Agency en Design for London 2009; London Development Agency 2010a). Siemens kondigde alvast een voorname investering aan op het terrein (london.gov.uk 2010).

Een aantal belangrijke elementen in het actieplan zijn de volgende (London Development Agency en Design for London 2009; London Development Agency 2010a):

- De vestiging van een universiteit of samenwerkingsverband van universiteiten, waar onderzoek en onderwijs actief zal zijn inzake schone technologieën en groene economie

- (Institute of Sustainability). Ook dient er een wetenschapspark aan verbonden te zijn voor spin off-onderzoek en -bedrijven.
- De locatie voor groene bedrijventerreinen om bedrijven actief in schone of schonere technologieën te vestigen. Ook worden er een aantal collectieve functies aangeboden, zoals koolstofarme logistieke connecties, gevorderd afvalmanagement op de site en het aanbod van koolstofarme elektriciteit en warmte. Bedrijfseigen groene stroomproductie wordt eveneens gestimuleerd en gefaciliteerd via een slim elektriciteitsnetwerk. Er wordt eveneens 125 000 m<sup>2</sup> duurzaam gebouwde bedrijfsruimte voorzien.
  - Een opleidingscentrum voor de lokale arbeidsmarkt in kennis en capaciteiten voor de koolstofarme economische activiteiten.
  - Een internationaal bezoekerscentrum in het thema van het GED.
  - Ook wordt er o.a. gedacht/gewerkt aan:
    - Het creëren van een marktvraag door groene overheidsaankopen door alle overheden in Londen.
    - Het ondersteunen van de vorming van lokale waardeketens.
    - Het aanleggen van een gebiedsdekkend warmtenetwerk in Londen met interconnectie van het GED (London Thames Gateway Heat Network).
    - Het stimuleren van de renovatie van bestaande gebouwen in Londen.
    - Het ondersteunen van opleidingen.
    - Het oprichten van een fonds voor investering in maatregelen ter reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies.
    - Het opzetten van business-netwerken, informatie- en adviseringdiensten.
    - Het samenwerken met banken om risicokapitaal los te weken.
    - Het financieel ondersteunen van bedrijven vanuit de overheid.

De rol van de overheid hierin is de voorwaarden te scheppen zodat de gewenste ontwikkeling tot stand komt, door het voorzien van de ruimte, het transport en andere infrastructuur, het verminderen van de risico's en het creëren van een afzetmarkt (London Development Agency en Design for London 2009).

Dit project toont een integrale visie op koolstofarme bedrijventerreinen, ingebed in een bredere economische en maatschappelijke ontwikkelingsvisie. Het project trekt hiermee ook de aandacht van grote bedrijven als Siemens en Ford (London Development Agency 2010a).

### 3.3.6. Bio Base Europe

Biopark Terneuzen is een initiatief van Zeeland Seaports tot verdere uitbouw van de Kanaalzone tot een complex van bedrijven die elkaars reststromen - energie en stoffen - gebruiken. Een eerste koppeling werd reeds gerealiseerd door warmte en CO<sub>2</sub> van een kunstmestbedrijf te leveren aan een nieuw glastuinbouwbedrijf (Zeeland Seaports 2011).

Ook in de Gentse haven is er interesse in de opzet van de uitwisseling van reststromen van bedrijven (Van Dyck, Van Zwam et al. 2008). Dit past in de strategische doelstelling van de haven van een 20% hogere energie-efficiëntie tegen 2020 (Havenbedrijf Gent 2010). Naast de materiaalefficiëntie is er bijgevolg ook rechtstreeks aandacht voor de energie-efficiëntie van de bedrijven. Ten slotte heeft de Stad Gent zich tot doel gesteld tegen 2050 'klimaatneutraal' te zijn en werd hiertoe inmiddels een nulmeting van de CO<sub>2</sub>-emissie uitgevoerd (Arcadis Belgium 2010). Er zal nu werk gemaakt dienen te worden van een energie- en emissieplanning voor de effectieve aanpak, zowel voor het gemeentelijk gebied als het havengebied.

Verder hebben zowel Zeeland als Gent (Ghent Bio-Energy Valley (2011)) de ambitie om een biogebaseerde economie - biobrandstoffen en biomaterialen - te ontwikkelen. Beide verenigden bovendien hun krachten in het grensoverschrijdende Europees gesteunde project Bio Base Europe (2011) voor de opbouw van een proefinstallatie en een opleidingscentrum.

### 3.4. Conclusies

Het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen tekent de voornaamste contouren uit voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen in Vlaanderen. Om de kwaliteit van nieuwe en verouderde bedrijventerreinen verder te stimuleren, biedt de Vlaamse Regering onder voorwaarden een tegemoetkoming aan in de kosten voor de aanleg en heraanleg van bedrijventerreinen. Als onderdeel van de Vlaamse klimaatmaatregelen werd dit kader voor de publieke financiële tegemoetkoming sinds 2007 gekoppeld aan een verplichte reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies. Naast een reeks kwalitatieve richtlijnen inzake ontwerpplan, uitgifteplan en beheersplan, die een impact kunnen hebben op het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissies van de bedrijven, dienen nieuwe bedrijfsvestigingen voortaan een *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* te kennen. Hiermee wordt het belang van energiemaatregelen op bedrijventerreinen in Vlaanderen wettelijk geïntroduceerd. Dit kader is weliswaar enkel van toepassing indien inderdaad financiële ondersteuning wordt bekomen van de Vlaamse Overheid. Dit kader heeft tot op heden nog geen doorslag gekend naar de contouren op vlak van de energievoorziening noch het energiegebruik op bedrijventerreinen binnen het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen.

Uit een eerste analyse van praktijkvoorbeelden, blijken diverse energiegerelateerde emissiereductie-initiatieven opgestart te worden op bedrijventerreinen, zowel in binnen- als buitenland. De drie belangrijke pijlers van duurzame bedrijventerreinen - duurzaam ruimtegebruik, parkmanagement en voorzieningen, en interbedrijfssamenwerking - komen hierbij alle aan bod. Bedrijventerreinen worden inderdaad uitgerust met nutsvoorzieningen die de energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies trachten te beperken. Bedrijven worden door de beheerder gestimuleerd en ondersteund tot het nemen van energie- en emissie maatregelen; gezamenlijke voorzieningen en interbedrijfssamenwerking zijn hier zeker een onderdeel van. Doelstellingen worden geformuleerd inzake emissie of emissiereductie, door bedrijven, door bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders, en door lokale overheden. Die doelstellingen en de aanwezige energiestromen kunnen randvoorwaarden stellen voor de mogelijke ontwikkeling van een bedrijventerrein.

Voor verschillende regio's in de nabije omgeving zoals London, Rotterdam en Gent-Terneuzen past dit streven naar een reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie bovendien in een meer integrale economische en maatschappelijke ontwikkelingsstrategie. Voor Rotterdam staat bijna de gehele aanwezige industriële activiteit op het spel. Het wachten op mondiale of Europese richtlijnen kan het momentum laten voorbij gaan en de risico's op harde consequenties vanwege uitgestelde klimaatmaatregelen en schaarste van fossiele brandstoffen en grondstoffen dichtbij brengen. Londen zet in op de creatie van duurzame werkgelegenheid en de productie van goederen en diensten nodig in een koolstofarme maatschappij. De stad ondersteunt daarvoor ook de vorming van een lokale marktvrage en de opbouw van onderzoek en opleiding. Ook Gent en Terneuzen werken samen voor de uitbouw van een biobaseerde economie, inclusief proef- en opleidingscentra. Oostende mikt dan weer op duurzame en hernieuwbare energie als groeipijler voor de haven, en beschikt over een cleantech wetenschapspark en incubator. De tijd blijkt inderdaad rijp om te investeren in de toekomstige economie en maatschappij.



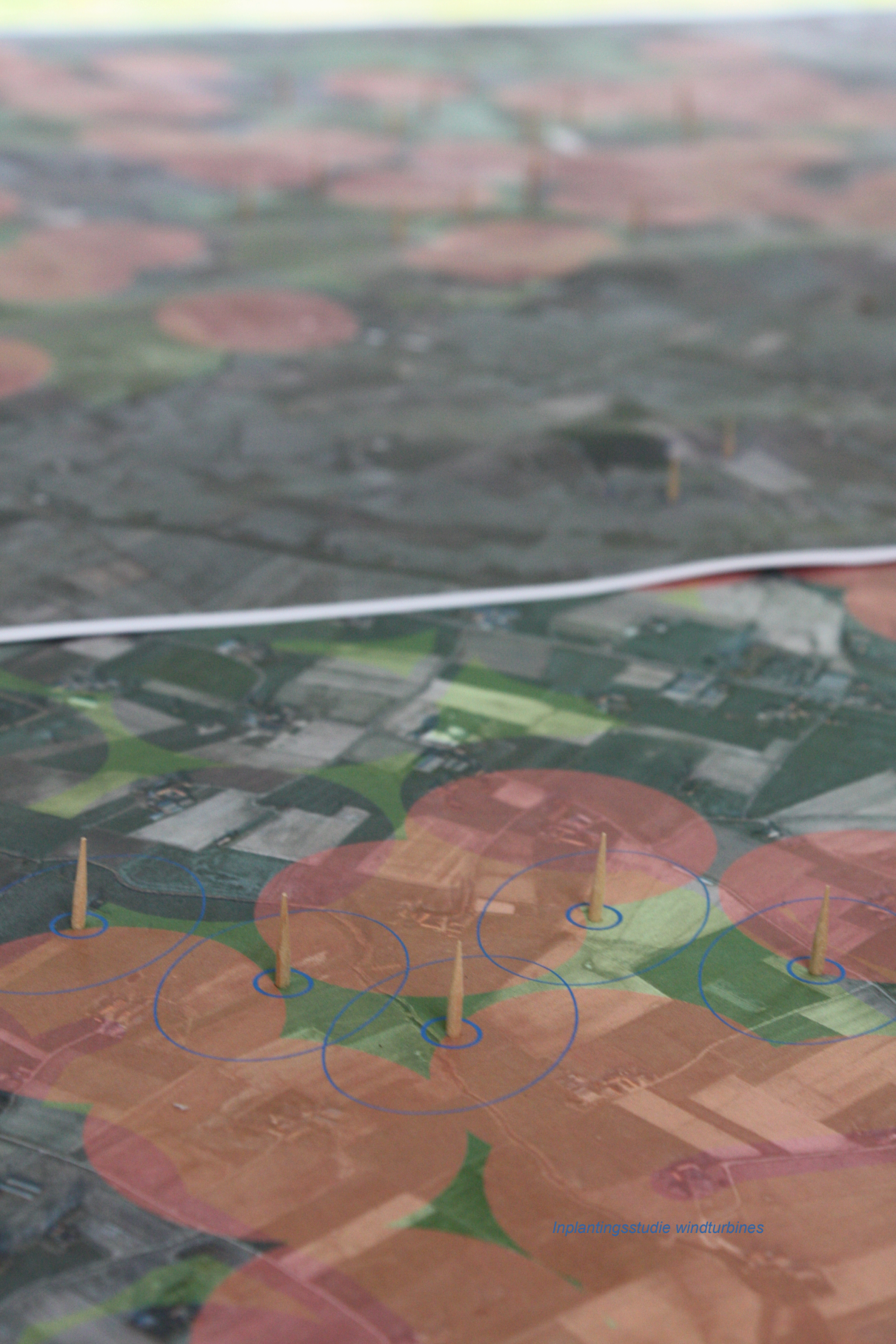
---

<sup>1</sup> Art. 2.1.2. §3 van de Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening (Vlaamse Regering 2009b) bepaalt: Het richtinggevend gedeelte van een ruimtelijk structuurplan is het deel van het ruimtelijk structuurplan waarvan een overheid bij het nemen van beslissingen niet mag afwijken, tenzij omwille van onvoorziene ontwikkelingen van de ruimtelijke behoeften van de verschillende maatschappelijke activiteiten of omwille van dringende sociale, economische of budgettaire redenen. De uitzonderingsgronden voor een afwijking worden uitgebreid gemotiveerd. Ze mogen in geen geval een aanleiding zijn om de duurzame ruimtelijke ontwikkeling, de ruimtelijke draagkracht en de ruimtelijke kwaliteit van welk gebied ook in het gedrang te brengen.

<sup>2</sup> Het nieuwe Beleidsplan Ruimte Vlaanderen dat gekaderd is in het Vlaanderen in Actie-project (Vlaamse Overheid 2009) van de Vlaamse Regering en het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen dient te vervangen, belooft in deze beter te doen. De Startnota van de Vlaamse Regering heeft een intelligent en duurzaam energienetwerk als kernthema voor verdere uitwerking meegenomen, met onder meer volgende discussiethema's (Onderdeel 3.4 (Muyters 2010)):

- Hoe organiseert de ruimte zich het best in functie van de energieproductie van de toekomst en omgekeerd?
- Wat zijn de ruimtelijke randvoorwaarden en gevolgen van de verdere inzet op alternatieve energiebronnen?

<sup>3</sup> Het overheidsdomein bestaat uit privaat domein en openbaar domein. In het kader van de subsidieregeling bedoelt de administratie dat de eigendom van de gronden in handen blijft of moet komen van een openbaar bestuur, met name de Staat, gemeente,...



*Implantingsstudie windturbines*

## 4. *CO<sub>2</sub>-neutraliteit en CO<sub>2</sub>-neutraal energiegebruik op bedrijventerreinen*

In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op een *CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening*, vertrekkend van een duurzame energie-aanpak. Eerst komt een overzicht van maatregelen voor een hogere energie-efficiëntie in gebouwen en bedrijfsprocessen aan bod, waarna een overzicht volgt van de duurzame energietechnologieën die momenteel reeds inzetbaar zijn op bedrijventerreinen. Aldus wordt een beeld gemaakt van de technologieën die klaar staan om bedrijven te helpen hun energieprestatie te vergroten, en waarop ook een beleid ter stimulatie van *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijven* op de bedrijventerreinen kan steunen. Waar van toepassing komt de meest relevante wetgeving ter sprake. Het begin van dit hoofdstuk start echter met een analyse het begrip *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*. Ook de internationaal aanvaarde instrumenten om de broeikasgasemissies te berekenen komen aan bod.

### 4.1. *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*

#### 4.1.1. Het bepalen van de carbon footprint

Verschillende normen, protocollen en basisdata werden ontwikkeld om de berekening van een zogenaamde carbon footprint, ofwel een inventarisatie van de directe en indirecte emissie van CO<sub>2</sub>, broeikasgassen en eventueel andere opwarmende emissies, te ondersteunen en tevens te uniformiseren, zodat verschillende partijen tot dezelfde resultaten komen en ook organisaties en producten beter met elkaar kunnen vergeleken worden. In grote lijnen wordt een carbon footprint van een organisatie door het doorlopen van de volgende stappen bepaald: de methodologie wordt vastgelegd, de grenzen aan de inventarisatie worden bepaald, de data worden verzameld en de carbon footprint wordt berekend (The Carbon Trust 2007). Een organisatie kan haar resultaat, met de bijhorende methodologie en gehanteerde grenzen, communiceren naar klanten, partners, overheid, etc. Om de betrouwbaarheid hiervan aan te tonen, kan deze de analyse nog door een derde partij laten verifiëren. Anderzijds betekent de carbon footprint ook slechts het begin van maatregelen voor de reductie en eventueel compensatie van emissies (World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004; ADEME 2007b; The Carbon Trust 2007).

##### 4.1.1.1. The Greenhouse Gas Protocol

The Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) Initiative werd in 1998 gelanceerd door de World Business Council for Sustainable Development en het World Resources Institute, met als doel een internationaal geaccepteerde standaard te lanceren als basis voor verklaringen en rapporten inzake broeikasgasemissies vanwege bedrijven, en het gebruik ervan te promoten. De eerste versie van The GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard werd gelanceerd in 2001 en werd toegepast door vele overheidsinstellingen, ngo's en bedrijven. Het legde de basis voor verdere optimalisatie, maar tevens voor andere berekeningsmethodieken, zoals het Bilan Carbone in Frankrijk (zie onderdeel 4.1.1.3.), en voor regelgeving, zoals het Europese emissieverhandelingsstelsel. Later is ook The GHG Protocol Project Quantification Standard gelanceerd voor broeikasgasreductieprojecten

en emissiekredieten (World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004).

De broeikasgasemissies waarop The GHG Protocol de aandacht vestigt zijn de 6 gasen onder het Kyoto Protocol (Annex A (United Nations 1998)), zijnde koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), distikstofoxide (N<sub>2</sub>O), fluorkoolwaterstoffen (FK), perfluorkoolwaterstoffen (PFK), en zwavelhexafluoride (SF<sub>6</sub>), voor de carbon footprint omgerekend naar een equivalente CO<sub>2</sub>-emissiehoeveelheid per gas door middel van de Global Warming Potentials (GWP) van het IPCC (World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004). Basisprincipes voor The GHG Protocol aangaande verklaringen en rapportage van broeikasgasemissies zijn relevantie, volledigheid, consistentie, transparantie en accuraatheid (World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004). Het profiel dient betekenisvol te zijn voor de organisatie, zijn invloed en impact en de te nemen strategische en operationele beslissingen. Een alomvattende inventarisatie van de emissies binnen de gekozen profielgrenzen is noodzakelijk. Consistentie slaat op de toegepaste methodologie en het documenteren van belangrijke wijzigingen in de data, de profielgrenzen, de methodologie of andere relevante factoren, zoals wijzigingen in of uitbestedingen van bedrijfsprocessen bijvoorbeeld. Transparantie is noodzakelijk inzake de aannames, geconsulteerde referenties en databronnen die aan de basis liggen, laat een interne en externe verificatie toe en verhoogt het vertrouwen in het profiel. Ten slotte mogen de emissies niet systematisch onder- of overschat worden, en dienen onzekerheden te worden gereduceerd.

De profielgrenzen worden gevormd door de grenzen van de organisatie. Entiteiten waarover de organisatie (gedeeltelijk) financiële of operationele controle heeft, die (gedeeltelijk) in eigendom zijn van de organisatie, joint ventures en dergelijke dienen hierbij meegenomen te worden. Ook kunnen andere juridische overeenkomsten betrokkenheid en verantwoordelijkheid in emissies met zich meebrengen. Bijkomend worden de profielgrenzen gekozen door de emissiebronnen die in rekening gebracht worden. Steeds worden de directe emissies in de carbon footprint in rekening gebracht. Dat zijn emissies afkomstig van bronnen die in eigendom zijn of gecontroleerd worden door het bedrijf (ook scope 1 genoemd), in tegenstelling tot indirecte emissies die wel veroorzaakt worden door de activiteiten van het bedrijf maar waarvan de bronnen niet tot dat bedrijf zelf toebehoren of door dat bedrijf worden gecontroleerd. Weliswaar dient de categorie van indirecte emissies afkomstig van de productie van aangekochte utilities, zoals elektriciteit, warmte, koude, stoom, perslucht, etc. volgens het protocol steeds ingecalculeerd te worden (scope 2). Het staat een organisatie echter vrij geen, een deel of alle overige indirecte emissies in te brengen (scope 3). Transparantie is wel noodzakelijk over de al dan niet meegenomen indirecte emissies. Indien scope 3 wordt meegenomen wordt veelal gefocust op de voornaamste emissiebronnen, waarbij hun grootte ten opzichte van de scope 1 en 2 emissies, het risico dat ze vormen voor de organisatie, de gevoeligheid voor de emissies bij stakeholders of de opportuniteiten die bestaan in de reductie ervan kan meespelen in de afbakening van de profielgrenzen (zie ook Kader 4.1). Voorbeelden van directe en indirecte emissies zijn (World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004):

- scope 1:
  - emissies veroorzaakt door eigen productie van energie (warmte, koude, stoom, elektriciteit, perslucht, etc.),
  - emissies veroorzaakt door fysische en chemische processen,
  - transport van materialen, producten, afval, personeel of klanten door eigen of gecontroleerde vervoersmodi,
  - lekken;
- scope 2:
  - aankoop van elektriciteit;
- scope 3:
  - ontginning en productie van aangekochte materialen en brandstoffen,
  - transportgerelateerde activiteiten, zoals van aangekochte materialen, brandstoffen, verkochte goederen of afval, personeelsvervoer, woon-werkverkeer,

- emissies gerelateerd aan de aankoop van utilities die niet tot scope 2 behoren, bijvoorbeeld ontginning, productie en transport van brandstoffen, transport- en distributienetverliezen gepaard gaande met het vervoer van de aangekochte elektriciteit,
- geleasde activa, uitbestede activiteiten,
- gebruik van verkochte producten en diensten,
- afvalbehandeling van de verkochte goederen, van het afval afkomstig uit het bedrijf, van het afval dat gepaard gaat met de productie van aangekochte goederen en brandstoffen.

#### 4.1.1.2. ISO 14064

De ISO 14064 valt onder de ISO 14000 normen voor milieu, en is een standaard voor het bepalen en rapporteren van broeikasgasemissies. De standaard is gebaseerd op The Greenhouse Gas Protocol en hanteert ook dezelfde scopes en emissies. De ISO 14064 valt uiteen in volgende substandaarden (International Organization for Standardization 2011):

- ISO 14064-1:2006 handelt over de principes en richtlijnen voor het bepalen en rapporteren van broeikasgasemissies voor organisaties;
- ISO 14064-2:2006 behandelt de principes en richtlijnen voor het bepalen van emissiereducties door projecten;
- ISO 14064-3:2006 biedt richtlijnen voor validatie en verificatie van emissierapporten.

#### 4.1.1.3. Bilan Carbone

Het Bilan Carbone instrument is ontwikkeld door het Franse Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) gericht op het toelaten van een relatief snelle schatting van alle broeikasgasemissies die veroorzaakt worden door een organisatie, een activiteit of in een bepaalde regio. Het is een praktische tool met vele gemiddelde emissiefactoren voor indirecte emissies, afgestemd op de Franse context (ADEME 2007a). Haar hoofddoel is niet de inventarisatie en het koolstofprofiel maar wel de actie om dat profiel te verbeteren (ADEME 2007b). Eerder dan prioriteit te geven aan accuraatheid laat het Bilan Carbone een foutenmarge toe en zet het in op volledigheid, zodat navolgende actie gericht kan zijn op effectief die bronnen die verantwoordelijk zijn voor de grootste uitstoot.

Dat uit zich ten eerste in de broeikasgasemissies die in rekening gebracht worden. Zo neemt men niet alleen de zes gassen die onder het Kyoto Protocol vallen mee, maar tevens chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's) en ook waterdamp (H<sub>2</sub>O) dat geëmitteerd wordt in de stratosfeer. Broeikasgassen die ontstaan na chemische of fotolytische reacties door emissie van precursoren in de atmosfeer worden evenwel niet in rekening gebracht, alsook andere 'warmtevervuilende' stoffen zoals zwarte koolstof bijvoorbeeld (Gore 2009).

Het Bilan Carbone neemt standaard alle emissiebronnen mee, direct en indirect (scope 2 en scope 3 van The GHG Protocol) van alle stromen doorheen de inrichting waarvan het profiel opgemaakt wordt. Het Bilan Carbone maakt evenwel geen onderscheid of bronnen al dan niet in eigendom of onder controle staan. Indien niet gewenst kan de gebruiker van het instrument wel andere scopes hanteren, zoals de volgende door ADEME gedefinieerd (ADEME 2007b):

Internal scope: emissies door vaste installaties binnen een of meerdere concrete inrichtingen van een organisatie, voor een activiteit of in een bepaald gebied van onderzoek:

- emissies door het gebruik van brandstoffen (ook wanneer veroorzaakt door aannemers die dezelfde activiteit uitvoeren binnen de inrichting);
- emissies niet veroorzaakt door verbranding, verdamping of lekken (ook wanneer veroorzaakt door aannemers die dezelfde activiteit uitvoeren binnen de inrichting).

Intermediate scope: in hoofdzaak gericht op alle emissies evenwel met uitsluiting van emissies die zouden kunnen leiden tot dubbeltelling wanneer meerdere inrichtingen in onderzoek na elkaar komen in de waardeketen:

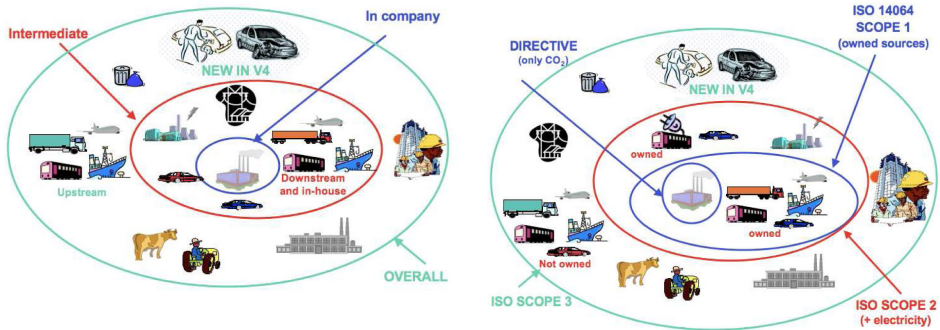
- emissies van de internal scope;
- emissies door aankoop van utilities, incl. netverliezen;
- intern transport binnen de inrichting (of tussen de inrichtingen indien meerdere inrichtingen in onderzoek);
- woon-werkverkeer;
- werkverkeer;
- vervoer van goederen naar klanten;
- verkeer van klanten.

Overall scope:

- alle emissies door energiegebruik binnen de inrichting (ook wanneer veroorzaakt door aannemers die dezelfde activiteit uitvoeren binnen de inrichting);
- alle emissies door industriële en agriculturele processen (ook lekken bijvoorbeeld) (ook wanneer veroorzaakt door aannemers die dezelfde activiteit uitvoeren binnen de inrichting);
- alle emissies van goederenvervoer (intern, naar klanten, vanwege leveranciers);
- alle emissies van personenverkeer (woon-werkverkeer, werkverkeer, klantenverkeer);
- alle emissies gerelateerd aan binnenkomende materialen en diensten;
- alle emissies gebonden aan afvalverwerking en afvalwater(verwerking);
- alle emissies gerelateerd aan verpakkingsmateriaal;
- alle emissies gebonden aan kapitaalgoederen;
- alle emissies gebonden aan het gebruik van geleverde goederen en diensten;
- alle emissies veroorzaakt door de verwerking van geleverde goederen op einde van hun levensduur.

Toch kan de gebruiker ook de scopes hanteren die gedefinieerd worden in de ISO 14064 en door de Richtlijn 2003/87/EG van het EU ETS (EU Emission Trading System). Het Europees Emissieverhandelingsstelsel is sinds 2008 van kracht en gebiedt vanaf 2013 een (gedeeltelijke) veiling van emissierechten voor een lijst van vaste inrichtingen en de luchtvaart (opgenomen in bijlage I van (Europees Parlement en de Raad 2009a)). Het ETS heeft hoofdzakelijk aandacht voor de uitstoot van koolstofdioxide en voor enkele vaste inrichtingen ook voor andere Kyoto-gassen. De relatie met deze scopes is in Figuur 4.1 geïllustreerd (met Directive wordt het EU ETS aangeduid in zijn eerste fase, zonder luchtvaart en enkel CO<sub>2</sub>-emissies). Andere emissiebronnen kunnen bovendien nog door de gebruiker worden toegevoegd.





Figuur 4.1: Vergelijking van de scopes van het Bilan Carbone, de ISO 14064 en de eerste versie van het EU ETS (ADEME 2007b)

Het Bilan Carbone instrument wordt ook in België gehanteerd.

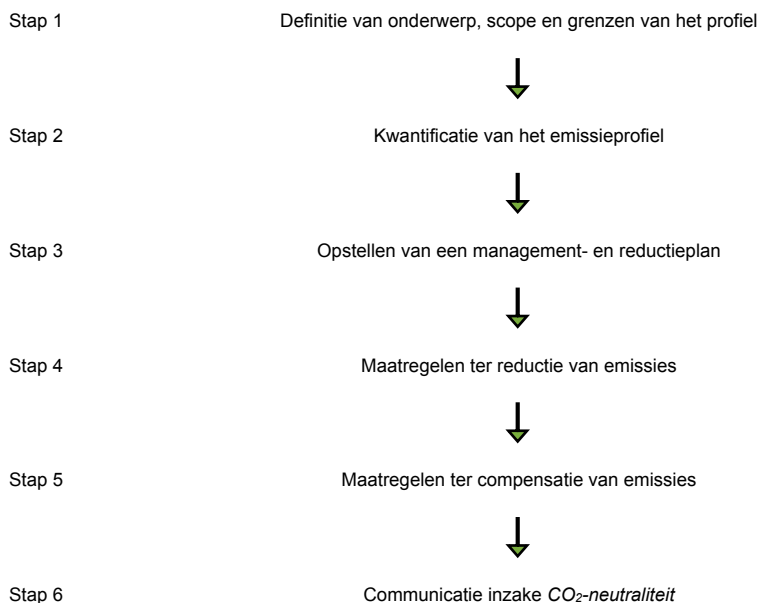
#### Kader 4.1: Carbon footprint voorbeelden

- De eigen carbon footprint van Canon door productie (deels elektriciteitsverbruik) en logistiek bedroeg 1,9 Mton CO<sub>2</sub> in 2008. Deze werd aangevuld met 3,1 Mton gelokaliseerd bij Canon's toeleveranciers, en klanten verbruikten voor hun Canon producten elektriciteit ter waarde 1,6 Mton CO<sub>2</sub> elektriciteit (Verweij 2009).
- ABB liet een levenscyclusanalyse uitvoeren voor één van haar elektrische producten met focus op de broeikasgasemissies. De gebruiksfase bleek verantwoordelijk te zijn voor 99% van de emissies. De beste strategie die ABB aldus kan toepassen is het nastreven van een grotere efficiëntie van haar product en van de installaties waarin haar product gebruik wordt (World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004).
- Het klantenverkeer naar Ikea-winkels en terug wereldwijd blijkt verantwoordelijk te zijn voor het dubbele van de emissies van scope 1 en 2. Dit emissiepatroon hangt samen met het winkelconcept van de keten. Voor een reductie van de emissies veroorzaakt door Ikea is het relevant te kijken naar mogelijk maatregelen die ingrijpen op dit klantenverkeer (World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004).
- De scope 3-emissies van de Zweedse afdeling van DHL Nordic Express kennen een aandeel van 98% van de totale emissies en zijn voor rekening van uitbesteed transport, terwijl de inkoop van energie (scope 2) slechts uitkomt op 0,016%. Het bedrijf kon zijn carbon footprint berekenen doordat het beschikt over de transportvolumes en het brandstofverbruik van elk van zijn dienstverleners. DHL kan zijn emissies sterk beïnvloeden door opdrachten vooral te verlenen op basis van de emissieprestatie van zijn dienstverleners (World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004).

### 4.1.2. Definitie van CO<sub>2</sub>-neutraliteit

De carbon footprint van een bedrijf hangt samen met de scope en de andere grenzen die getrokken worden. Verschillende publieke verklaringen kunnen dan ook gemaakt worden over eenzelfde bedrijf, inrichting, activiteit, etc. Verklaringen kunnen gaan over de emissies van eigen of gecontroleerde bronnen op het eigen terrein, over het verbruik van groene energie, over het gebouw, over al deze emissies samen, over alle emissies tout court, etc. Het staat een bedrijf vrij de scope en de andere grenzen te kiezen en hierover publieke verklaringen te maken. Het toont echter de noodzaak om dergelijke beweringen ook te baseren op standaarden, zowel voor de berekening als voor de communicatie, om niet onderbouwde beweringen te vermijden en misbruik tegen te gaan. Alsdan kan een bewering verwijzen naar de gehanteerde standaard en de nodige transparantie aanbieden om geloofwaardigheid en marktwaarde te creëren.

Eisen inzake verklaringen over de carbon footprint dienen uiteraard ook te gelden betreffende beweringen inzake CO<sub>2</sub>-neutraliteit. Sinds 2010 is er een internationale standaard specifiek voor CO<sub>2</sub>-neutraliteit, uitgegeven door het British Standards Institute. De zogenaamde PAS 2060 definieert CO<sub>2</sub>-neutraliteit en tevens welke positie reductie- en compensatiemaatregelen hierin dienen te nemen (zie Figuur 4.2) (Janssen, Brohé et al. 2010). Belangrijk is niet in het minst dat minstens alle emissies uit de ISO 14064 scope 1 en 2 meegenomen dienen te worden, alsook alle emissies verbonden met aangekochte materialen (deel van scope 3). De analyse moet daarenboven jaarlijks geactualiseerd worden. Gesteld wordt dat reductiemaatregelen verder dienen te gaan dan de verplichte maatregelen vanwege de overheid en tevens moeten eventuele uitbestedingen eveneens leiden tot nettoreducties in totaliteit. Ook hier luiden de algemene principes transparantie en verantwoording, en het gebruik van bestaande en publieke standaarden. Verklaringen dienen minstens het onderwerp en de periode waarop de bewering slaat te vermelden. Alleszins is transparantie noodzakelijk inzake de scope en de andere grenzen van het profiel, de ingezette methodologie, bronnen en hypothesen, het actieplan, de ingezette hoeveelheid en type van emissiekredieten, en zelfs de berekeningen zelf (Janssen, Brohé et al. 2010).

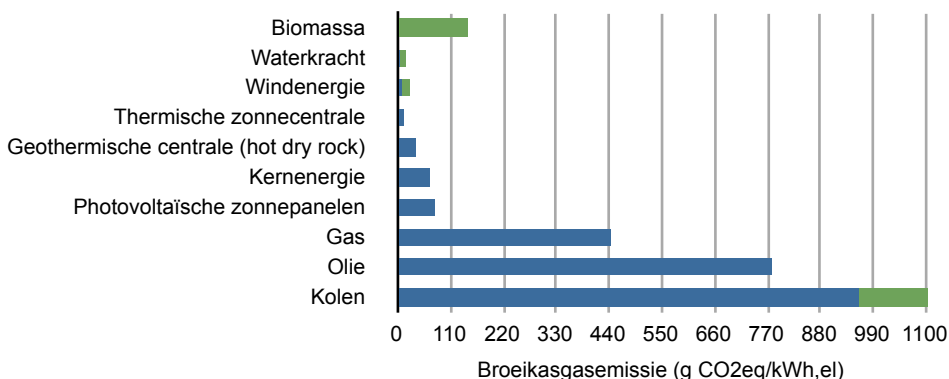


Figuur 4.2: Stappenplan om CO<sub>2</sub>-neutraliteit te bekomen (Janssen, Brohé et al. 2010)



## 4.2. CO<sub>2</sub>-neutraal energiegebruik

Per definitie zou de carbon footprint beperkt tot de CO<sub>2</sub>-emissies van een CO<sub>2</sub>-neutrale energieketen nul moeten zijn. CO<sub>2</sub>-neutraal energiegebruik betekent met andere woorden een netto-nuluitstoot van CO<sub>2</sub>-emissies, bekeken over de gehele keten van de productie en het transport van de energie en de daarbij directe en indirecte emissies, en het gebruik van de energie, en de daarbij directe en indirecte emissies, evenals de emissies die vrijkomen door andere energie-installaties die als back-up noodzakelijk zijn<sup>1</sup>. In de praktijk is er echter geen richtlijn. De precieze te neutraliseren CO<sub>2</sub>-emissie die met de definitie van CO<sub>2</sub>-neutrale energie gepaard gaat, hangt af van de scope en de andere grenzen die gesteld worden aan de carbon footprint van de desbetreffende energievoorziening. Men spreekt in het kader van de CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen inderdaad over CO<sub>2</sub>-neutrale energie, doch men heeft geen scope noch grenzen aan de carbon footprint gedefinieerd. Men doet in feite op het hernieuwbare energiegebruik<sup>2</sup>, of op een arbitraire te neutraliseren hoeveelheid CO<sub>2</sub> in relatie tot het energiegebruik (zie onderdeel 5.1.1.2.). Dat energiebronnen als hernieuwbaar worden bestempeld, wil niet zeggen dat geen CO<sub>2</sub> vrijkomt. Figuur 4.3 geeft de broeikasgasemissies weer van verschillende energieopwekkingssystemen voor hun volledige levenscyclus bekeken. Hieruit blijkt dat door inzet van hernieuwbare energie wel degelijk nog klimaatopwarmende emissies vrijkomen. Deze emissies hangen echter onder meer samen met de ingezette energie in de productie van de installaties, waardoor verbetering nog mogelijk is.



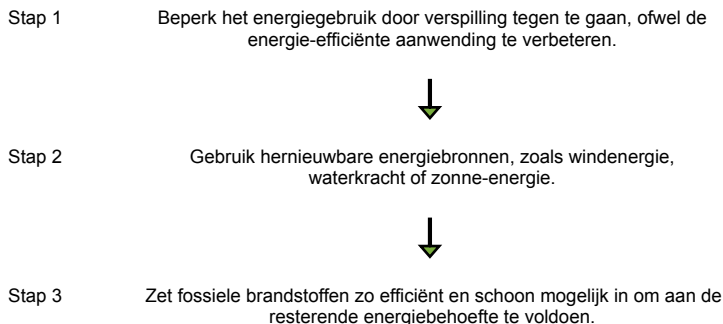
Figuur 4.3: Gemiddelde broeikasgasemissie voor verschillende energieopwekkingssystemen (onderwaarden en bovenwaarden van gemiddelde emissies in (Sovacool 2008; Van de Vreede en Groot 2010))

Van de Vreede en Groot (2010) noteren dat biomassa typisch tussen 1 g CO<sub>2</sub> en 144 g CO<sub>2</sub> varieert, maar uitersten heeft tussen -490 g CO<sub>2</sub> en 7 320 g CO<sub>2</sub>/kWh,el. Biomassa die als restproduct voorkomt kent de laagste emissies, terwijl de voor de energieopwekking geteelde biomassa een erg hoge emissie kan kennen onder meer door toedoen van transport en de specifieke eigenschappen van de teelt. In het slechtste geval veroorzaakt de verbranding van biomassa dus zeven maal zo veel emissies als de verbranding van steenkool.

### 4.2.1. Een duurzame CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening

Lysen, gevolgd door Duijvestein, zijn de grondleggers van de in beleidsmilieu's bekende trias energetica-strategie, een concept om de energievoorziening duurzamer te maken (Lysen 1996; Trias Energetica 2010). Lysen integreert de stap naar een hernieuwbare energievoorziening in een bredere aanpak. Een vermindering van het energiegebruik is onmisbaar als eerste stap, zoals ook uit hoofdstuk 1 blijkt. Het vermindert de hoeveelheid energie die nog moet voorzien worden met behulp van hernieuwbare energiebronnen door hun gespecialiseerde installaties. Het is bovendien een methode om de broeikasgasemissies alvast te reduceren. De transitie naar een hernieuwbare energievoorziening

is er echter eveneens één van lange duur, waardoor fossiele brandstoffen en kernbrandstoffen nog lange tijd zullen instaan voor de energievoorziening. Lysen pleit bijgevolg ook voor een schone wijze van energieopwekking met deze traditionele technieken. Samengevat, en in precieze volgorde van aanpak gezet, ziet de trias energetica-strategie eruit als afgebeeld in Figuur 4.4.



*Figuur 4.4: Trias energetica (Lysen 1996; Trias Energetica 2010)*

In Stap 1 is er sprake van energiegebruik. Hoewel men in het dagelijks taalgebruik ook de term energieverbruik hanteert, kan energie eigenlijk niet verbruikt worden, energie gaat immers nooit verloren (1ste hoofdwet van de thermodynamica ofwel de wet van behoud van energie). Bij het gebruik van energie, treedt wel een transformatie op van de energie; de kwaliteit van de energie neemt af. Die kwaliteit wordt uitgedrukt met de hoeveelheid *exergie* die in een energiehoeveelheid aanwezig is (Ayres 1998; Lowenthal en Kastenbergh 1998; Dincer 2002; Rosen en Scott 2003b; Rosen en Scott 2003a; Rosen, Dincer et al. 2008; Stremke, Koh et al. 2010). Exergie staat voor de hoeveelheid arbeid die met een hoeveelheid energie kan uitgevoerd worden, en het is het toestandsverschil tussen een systeem en zijn omgeving, dus het gebrek aan evenwicht, dat het potentieel aan arbeid mogelijk maakt (zie Tabel 4.1). Bij elk proces zal de energiehoeveelheid bewaard blijven, maar de exergie-inhoud daalt telkens doordat geïsoleerde systemen (maar niet noodzakelijk delen van die systemen) steeds richting een evenwichtstoestand evolueren (2de hoofdwet van de thermodynamica). In die evenwichtstoestand wordt uiteindelijk geen arbeid meer verricht, het systeem is en blijft in evenwicht, tot zolang een externe invloed dat systeem opnieuw uit evenwicht brengt.

De trias energetica in exergietermen duidt in feite op het minimaliseren van het exergieverlies additioneel aan het natuurlijke exergieverlies. Dit kan door hernieuwbare energiestromen aan te spreken, zoals de zonne-energie aangezien deze toch niet kan gestopt worden, of waterkracht. Een andere mogelijkheid bestaat uit het aanwenden van beschikbare residuele exergiestromen die anders verloren zouden gaan (lees: de exergie zou verloren gaan). Door het gebruik van fossiele brandstoffen daarentegen verbruikt men gedurende miljoenen jaren opgebouwde exergiestockages, waardoor het minimaliseren van het exergieverlies gelijk staat aan het maximaal efficiënte gebruik van deze grondstoffen. Bijkomend kan men stellen dat ook de exergie-input en het exergieverlies tijdens transformatie en transport geminimaliseerd dienen te worden. Het is immers de volledige exergieketen of energiewaardeketen die van tel is. Deze strategie zou verder aangevuld kunnen worden door het maximaliseren van de nuttige aanwending van het natuurlijke exergieverlies, om ook deze te reduceren, door bijkomende stockage (in biomassa of biomaterialen bijv.) (Stremke en Koh 2010).

Energiekwaliteit wordt genormeerd op basis van de exergie-inhoud. Hoe groter de exergie-inhoud in energie, hoe waardevoller de energie is (Lowenthal en Kastenbergh 1998). Anderzijds kan de waarde van een energievorm ook bepaald worden in functie van de toepassing zelf. Ook energiebehoeftes differentiëren zich in verschillende behoeftes aan exergie-inhoud. Een toepassing dewelke een energiebehoefte heeft met een zekere exergie-inhoud, bijvoorbeeld de verwarming van tapwater tot 60°C, hecht geen waarde aan een energievorm met een te lage exergie-inhoud (tenzij je met bijkomende hoge-exergie energie de kwaliteit kan opwerken), maar net zo goed is energie met een

te hoge exergie-inhoud niet passend gezien er dan onnuttig exergieverlies optreedt wanneer die wordt aangesproken (Lowenthal en Kastenbergh 1998). Doordat in energietransformatie dikwijls exergie verloren gaat, zijn niet-overeenkomstige energievormen in productie en verbruik eveneens minder nuttig dan overeenkomstige.

Tabel 4.1: Verhouding van de exergie-inhoud tot de energie-inhoud van verschillende energievormen (Dincer 2002)

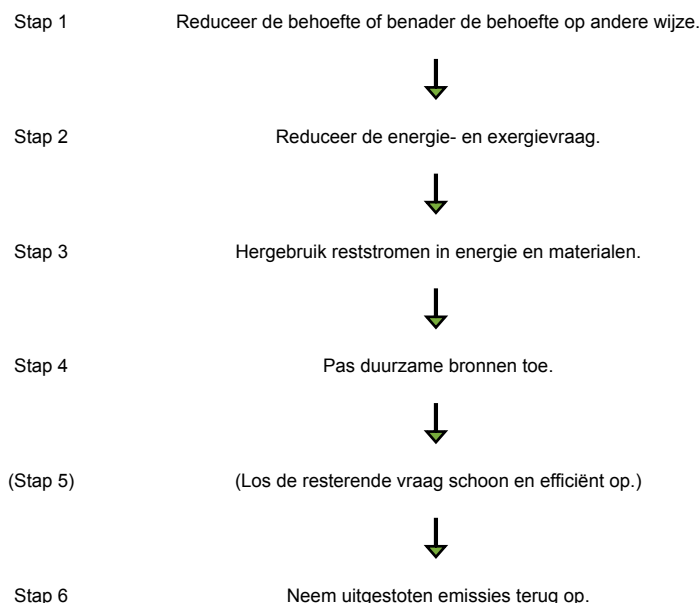
Energievorm	Kwaliteitsfactor (exergie-inhoud ten opzichte van energie-inhoud)
Mechanische energie	1,0
Elektrische energie	1,0
Chemische energie	1,0 (afhankelijk van de precieze definitie van het systeem)
Nucleaire energie	0,95
Zonlicht	0,9
Stoom (600°C)	0,6
Warm water (90°C)	0,2-0,3 (afhankelijk van de buitentemperatuur)
Ruimtetemperatuur (20°C)	0-0,2 (afhankelijk van de buitentemperatuur)

Het is duidelijk dat er een verschil bestaat tussen bedoeld exergieverbruik of nuttig exergieverlies enerzijds (centraal staat hier de toegevoegde waarde van het exergiegebruik), en onnuttig exergieverlies, kortweg als exergieverlies aangeduid, anderzijds. Al kan natuurlijk gesteld worden of energieverlies niet eveneens nuttig is wanneer er geen energiestroom aanwezig is met net de juiste exergie-inhoud voor een bepaalde toepassing en dus een energiestroom met hogere exergie-inhoud dient aangesproken te worden? Echter, doordat energie nooit verloren gaat zou vooreerst een ander proces kunnen aangedreven worden die een energiebehoefte heeft met een hogere exergie-inhoud en de energie teruggeeft met een lagere exergie-inhoud, om in totaliteit meer processen met dezelfde energiestroom te kunnen uitvoeren voordat deze een evenwichtstoestand met de omgeving bereikt (ook cascadering genoemd). Dit kan ook inhouden dat een energiedrager niet meteen als energiebron gebruikt wordt, maar eerst als nuttig materiaal of wordt omgezet tot nuttig materiaal (men hanteert trouwens ook het exergiebegrip voor materialen dewelke eveneens in een onevenwicht met hun omgeving kunnen verkeren en daardoor arbeid kunnen uitvoeren, bijvoorbeeld degradatie van een materiaal of product, of vervuiling van het milieu) (CE Delft en DCMR Milieudienst Rijnmond 2007).

In het kader van het Rotterdam Climate Initiative werd inderdaad het hergebruik van restwarmte en de energievalorisatie van afval bij de trias energetica-strategie toegevoegd. In de Rotterdam EnergieAanpak en -Planning (REAP) stelt men verder dat voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen de inzet van fossiele brandstoffen eigenlijk niet meer mag aangesproken worden, gezien de technologische mogelijkheden die er bestaan, de enorme uitdaging in de reductie van broeikasgassen waar we voor staan, en tegelijk de moeilijkheid om in bestaande situaties de energievoorziening volledig om te gooien naar een hernieuwbare energievoorziening waardoor fossiele bronnen aldaar nog lang ingezet zullen worden (Tillie, Van den Dobbelsteen et al. 2009a; Tillie, Van den Dobbelsteen et al. 2009b).

Voor een vervollediging tot een CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening dienen we ook te denken aan methodieken die toch gecreëerde CO<sub>2</sub> en zelfs uitgestoten CO<sub>2</sub> (ergens in de volledige energiewaardeketen) weer op kunnen nemen. 'Positieve' broeikasgasemissies dienen gecompenseerd te worden door natuurlijke en antropogene 'negatieve' broeikasgasemissies of netto opname van broeikasgassen. Technieken zijn bijvoorbeeld de productie van biokool of biochar en het verwerken in de bodem, algenteelt voor de productie van biomaterialen, groenaanplanting of carbon capture and storage (CCS) (Gore 2009; Piessens, Baele et al. 2010). Voorlopig wordt voor CO<sub>2</sub>-compensatie gewerkt met het additioneel vermijden van 'positieve' broeikasgasemissies, onder meer via internationaal erkende en geverifieerde emissiekredieten in het Joint Implementation, het Clean

Development Mechanism of The Gold Standard (The Gold Standard 2009; United Nations Framework Convention on Climate Change 2011). Technieken voor het additioneel vermijden van CO<sub>2</sub>-emissies zijn bijvoorbeeld het gebruik van een CO<sub>2</sub>-reststroom in de productie van koolzuurhoudende dranken of in glastuinbouw, of de productie van hernieuwbare energie waar dit zonder de financiële ondersteuning via emissiecompensatie niet zou gebeuren. Al deze technieken kunnen bijkomend aan duurzaamheidsanalyses en -criteria worden onderworpen. Voor een werkelijk duurzamere aanpak, herinneren we eveneens de meerdere strategieën die Diederer (2010) naar voor schuift die de behoefte waardoor er vraag is naar energie zelf aanpakken (zie onderdeel 1.3.2.). Aldus krijgen we een volgend Stappenplan voor een duurzame en CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening:



*Figuur 4.5: Stappenplan voor een duurzame en CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening*

Deze strategie dient op alle oorzaken van energiegebruik toegepast te worden, zoals het gebouw, het proces, het product, het transport, etc. De focus van onderhavig onderzoek ligt evenwel vooral op stappen 2 tot en met 4, waarmee niet gesteld is dat stap 1 en 6 moeten overgeslagen worden noch geminimaliseerd mogen worden (zie ook hoofdstuk 1). Verder spitst het onderzoek zich toe op het directe energiegebruik op een bedrijfssite, t.t.z. door de gebouwen en in de processen.

In onderstaande wordt dieper ingegaan op deze strategische aanpak bij bedrijven, door achtereenvolgens de mogelijkheden voor energie-efficiëntie of rationeel energiegebruik, en hernieuwbare energieproductie te bespreken.

## 4.2.2. Rationeel energiegebruik in gebouwen

Een eerste besproken aandachtspunt voor bedrijven in de omzetting van de trias energetica-strategie betreft het energiegebruik van de bedrijfsgebouwen. Het gaat hierbij over de bedrijfshallen, de ondersteunende kantoren, technische lokalen, lokalen voor personeel, etc., alsook over de eventuele bedrijfswoningen. De wettelijke basis voor de beperking van het energiegebruik van gebouwen bij nieuwbouw en grondige verbouwing wordt gelegd door de Vlaamse regelgeving voor de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen. Deze regelgeving werkt echter slechts beperkt als leidraad om tot een energie-efficiënt gebouw te komen. In dit onderdeel wordt daarom een overzicht

geboden van maatregelen die bij gebouwen kunnen genomen worden om het energiegebruik te beperken (niet-exhaustief).

#### **4.2.2.1. Vlaamse regelgeving voor energieprestatie en binnenklimaat van gebouwen**

##### **4.2.2.1.1. Nieuwbouw of grondige verbouwing**

Sinds 2006 moet er bij nieuwbouw en bij een belangrijke verbouwing rekening gehouden worden met Energieprestatie en Binnenklimaatseisen (EPB). De EPB-regelgeving is van toepassing op alle gebouwen (of delen van een gebouw) die energie verbruiken om een specifiek binnenklimaat voor personen te verkrijgen (verwarmen en koelen) waarvoor een aanvraag tot stedenbouwkundige vergunning wordt ingediend ((Vlaamse Regering 2005b) Art. 2)<sup>3</sup>. Er gelden een maximumpeil van de globale warmte-isolatie van het gebouw (het K-peil), maximale warmtedoorgangscoëfficiënten of minimale warmteweerstanden voor de scheidingsconstructies en een maximaal energieprestatiepeil (E-peil). Het E-peil geeft een beeld van het primair energiegebruik van een gebouw en de vaste installaties in 'standaardomstandigheden' en hangt af van de compactheid, de thermische isolatie, de luchtdichtheid, de ventilatie, de verwarmingsinstallatie en het systeem voor warmwatervoorziening, de oriëntatie en bezonning, de koelinstallatie en bij kantoren ook de verlichtingsinstallatie. De eisen voor het binnenklimaat bevatten de minimumeisen voor de ventilatie-voorzieningen en voor woongebouwen ook het beperken van het risico op oververhitting in de zomer.

De EPB-eisen differentiëren zich naar de aard van het werk en de bestemming van het gebouw. Voor wat betreft bedrijfsgebouwen met een industriële hal, een kantoor en eventueel een bedrijfswoning, geldt voor elk van deze delen een eigen K-peileis, behalve voor kleine kantoren die een onderdeel vormen van een industriële hal. Voor bedrijfswoningen en kantoren geldt voor elk apart ook een E-peileis, behalve opnieuw voor kleine kantoren die een onderdeel vormen van een industriële hal.

Voor nieuwe gebouwen met een bruikbare vloeroppervlakte groter dan 1000 m<sup>2</sup> wordt de bovenstaande algemene regelgeving verder aangevuld met een verplichting tot het uitvoeren van een technische, milieutechnische en financiële haalbaarheidsstudie voor toepassing van alternatieve energiesystemen, t.t.z. van gedecentraliseerde systemen op hernieuwbare energiebronnen, kwalitatieve warmtekrachtinstallatie, stads- of blokverwarming of -koeling indien beschikbaar, en warmtepompen ((Vlaamse Regering 2009a) Art. 11.1.2).

##### **4.2.2.1.2. Verkoop en verhuur van gebouwen**

Bij verkoop of verhuur van residentiële wooneenheden dient sinds eind 2008 - begin 2009 een energieprestatiecertificaat (EPC) opgemaakt te worden. Dit certificaat stelt kopers en huurders in kennis van een gestandaardiseerd energiegebruik van de wooneenheid. Ook voor niet-residentiële gebouwen (niet voor industrie panden en werkplaatsen), zal deze verplichting nog ingevoerd worden, ten vroegste in 2012 (Vlaamse Energieagentschap 2010).

#### **4.2.2.2. Ontwerp van een energie-efficiënt gebouw**

Afgezien van de vigerende energieprestatieregelgeving, kan een bouwheer nog een sterke invloed uitoefenen op de energieprestatie van een gebouw. De geldende regelgeving stelt slechts een minimumprestatie voorop. Daarnaast kan eenzelfde E-peil veelal ook op verschillende wijzen bekomen worden. Om een energie-efficiënt gebouw op een kosten-efficiënte wijze te creëren, dient er zo vroeg als mogelijk in het ontwerpproces rekening gehouden te worden met de energiebehoefte en -voorziening. Belangrijke keuzes worden al gemaakt bij de opmaak van het globale plan en achteraf bij de bouwtechnische en installatietechnische detaillering. Evenwel worden de mogelijkheden soms beperkt door de kavel waarop het nieuwe gebouw wordt opgetrokken. Een goede kavelkeuze is dus belangrijk, al kunnen inventieve ontwerpkeuzes dikwijls effectieve oplossingen met zich meebrengen. Een aantal ontwerpkeuzes worden in onderstaande verder toegelicht. Hierbij werd gesteund op informatie beschikbaar via SenterNovem (2010), het ruimtelijk uitvoeringsplan opgemaakt voor het Papenhof te Mechelen (Fris in het Landschap en Werkplaats Voor Architectuur 2006), het Agentschap

Ondernemen dat in Vlaanderen nieuwbouwscans uitvoert bij bedrijven, Janssens en Boydens (Janssens 2003; Janssens en Boydens 2007) en tenslotte Eandis (2010).

#### **4.2.2.2.1. Ruimtelijke keuzes**

##### **4.2.2.2.1.1. Flexibel gebouw met juiste grootte**

Het ontwerp van een gebouw begint op basis van een gedetailleerd programma van eisen. De bouwheer geeft hierin de belangrijkste input doch ook de architect kan dit helpen uit te werken. Er dient rekening gehouden te worden met de variatie in de bezettingsgraad en het gebruik van het gebouw op verschillende tijdstippen. Er kan ook nagedacht worden over mogelijke wijzigingen in het gebruik van het gebouw, mogelijke uitbreidingsbehoeften, etc. Op basis van het programma van eisen kan de ontwerper een gebouw creëren afgestemd op de hedendaagse behoefte, doch met een hogere graad aan flexibiliteit, multifunctionaliteit en uitbreidingsmogelijkheden, zodat het gebouw ook dienst kan blijven doen op langere termijn zonder evenwel overdreven capaciteitsreserve bij aanvang (meerkosten bij oprichting) of overdreven kosten bij aanpassing van het gebouw (meerkosten achteraf).

##### **4.2.2.2.1.2. Compact gebouw**

Een compact gebouw betekent een gebouw waarvan het beschermde (d.w.z. verwarmde en/of afgekoelde) volume omsloten wordt door een zo klein mogelijk oppervlak waarlangs warmte kan verdwijnen (dit is de buitenschil), d.w.z. een zo klein mogelijke oppervlakte aan gevels, daken en vloeren in contact met de buitenomgeving, de grond of onverwarmde ruimten, voor een zo groot mogelijke nuttige vloeroppervlakte en een zo groot mogelijk beschermd volume. Een compact gebouw betekent dan ook dat een lagere isolatiegraad en minder aanvullende investeringen zullen volstaan voor een energie-efficiënt gebouw. Bovendien kan de oprichting van het gebouw ook dikwijls goedkoper.

De compactheid van een beschermd volume wordt gedefinieerd door het quotiënt van het beschermd volume en de totale warmteverliesoppervlakte. De compactheid hangt ten eerste af van de geometrie van het beschermd volume. Delen van de buitenschil waarbij zich aan de buitenzijde ook een verwarmd volume bevindt en dat op een vergelijkbare temperatuur gehouden wordt, vertonen geen warmteverliesstroom en worden bijgevolg niet meegenomen in de warmteverliesoppervlakte. Aaneengesloten bebouwing en gestapelde volumes bezitten een kleinere verliesoppervlakte dan alleenstaande volumes en zijn dus energetisch interessanter. Veel uitbouwen of insprongen in de gevelvlakken, zoals dakuitbouwen, loggia's,... maken het volume eveneens minder compact. Met de compactheid wordt bovendien rekening gehouden bij de berekening van het K-peil. Dat K-peil wordt gedefinieerd door het quotiënt van de gemiddelde warmtedoorgangscoefficiënt en de compactheid C, maal 100. Het is een indicatie voor het energieverlies van het gebouw.

##### **4.2.2.2.1.3. Zonering en compartimentering klimaatzones**

Door een gebouw intern te zoneren is een aanzienlijke hoeveelheid energie te besparen. Zonering houdt in dat koude, niet te verwarmen of te koelen ruimten zoveel mogelijk bij elkaar worden gegroepeerd, en tevens vertrekken die moeten worden verwarmd bij elkaar worden gegroepeerd. Dergelijke zones met eigen, specifieke klimaatomstandigheden in contact met andere zones met andere klimaatomstandigheden worden best thermisch en luchtdicht van elkaar gescheiden. Zo heersen bijvoorbeeld in burelen en woonruimten andere klimaatparameters dan in bedrijfshallen. Zones op hogere temperatuur verliezen warmte aan koudere zones.

De oriëntatie van het gebouw en de schikking van de ruimten spelen een belangrijke rol. Om maximaal te genieten van invallend licht en zonnewarmte is het aangeraden om de meest gebruikte lokalen aan de zuid- of westzijde in te plannen. Lokalen die minder frequent gebruikt worden, minder frequent verwarmd dienen te worden of een lagere kamertemperatuur kennen (bijvoorbeeld vergaderzalen, technische ruimten, stockeerruimten, sanitaire lokalen) worden best aan de noord- of oostzijde ingepland. Sterk geïsoleerde ruimten die een hoge interne warmteproductie kennen, zoals kantoren of tentoonstellingsruimten kunnen echter eveneens georiënteerd worden op de koudere oost-

en noordgevels zodat de kans op oververhitting geminimaliseerd wordt. Ook andere te koelen ruimten, voor servers bijvoorbeeld, worden best op koudere locaties geplaatst.

#### 4.2.2.2.2. *Bouwtechnische keuzes*

##### 4.2.2.2.2.1. *Doorgedreven isolatie en vermijden van koudebruggen*

Isolatie houdt in de winter de warmte vast en helpt in de zomer ook het teveel aan zonnewarmte buiten houden. Isolatie vormt een éénmalige kost en is onderhoudsvrij. Extra investeren in isolatie betaalt zichzelf terug door kleinere en dus goedkopere verwarmings- en koelinstallaties, en besparingen op verwarmings- en koelingskosten gedurende de volledige levensduur van het gebouw (zie bijvoorbeeld passiefbouw in Kaders 4.2 en 4.3). Het belang van voldoende aandacht voor isolatie bij het gebouwwontwerp is bovendien erg groot daar aanpassingen achteraf zeer moeilijk en kostbaar zijn (zie ook (Hoffman 2010)).

##### **Kader 4.2: Passiefkantoor Aeropolis II Schaarbeek**

In 2010 werd in Schaarbeek het passiefkantoor Aeropolis II geopend. De terugverdiëntijd van de meerinvestering komt op 5 jaar. De verwarmingskosten daalden met 90% ten opzichte van een standaard nieuwbouwkantoor, en ook de koelingskosten daalden sterk. Ondanks de sterke isolatie heeft het gebouw zelfs geen koeling nodig (Dewaele 2010).

De isolatie moet evenwel goed en nauwkeurig geplaatst worden en best zonder koudebruggen ontworpen en aangebracht worden. Ook wat betreft het schrijnwerk is de isolerende capaciteit belangrijk. Hetzelfde voor lichtkoepels en lichtstraten.

##### **Kader 4.3: Lage energie supermarkt Colruyt Bio-Planet Leuven**

Colruyt opende eind 2010 een nieuwe Bio-Planet vestiging, die geïsoleerd is als een passiefgebouw en zo luchtdicht mogelijk is afgewerkt. De winkel past warmterecuperatie op de ventilatielucht toe, en heeft een efficiënt verwarmingssysteem en koelsysteem. De inval van daglicht werd gemaximaliseerd door het gebruik van gps-gestuurde lichtkoepels die meedraaien met de zon. Daardoor is de winkel aangenamer voor personeel en klanten, en bevordert dit eveneens de omzet (Fedrizzi en Rogers 2002). De rest van het licht wordt geleverd door de nieuwste TL-verlichting en LED-verlichting. Een fotovoltaïsche installatie dekt 90% van het elektriciteitsverbruik. Allemaal samen was het bouwbudget toch nagenoeg gelijk als anders (Colruyt Group 2010).

Colruyt tracht steeds zijn kosten zo sterk mogelijk te drukken om de laagste prijzen te kunnen aanbieden. De opbouw van deze nieuwe winkel volgt dezelfde strategie. "Het project zal er voor zorgen dat veel retailers in de voedingsector hun voorbeeld zullen moeten volgen, als ze de prijzenoorlog met Colruyt willen volhouden", aldus Retail Detail (2010).

##### 4.2.2.2.2.2. *Luchtdichtheid*

Om de warmteverliezen naar buiten te beperken is het naast het goed isoleren van alle muren, daken, vloeren, vensters,... erg belangrijk om het gebouw zo luchtdicht mogelijk te bouwen. Wind, verwarming en mechanische ventilatie veroorzaken verschillen in luchtdruk tussen binnen en buiten, waardoor warmteverlies optreedt. Constructiedelen kunnen aan de binnenzijde luchtdicht uitgevoerd worden door pleisterwerk of een luchtdichte laag of folie aan de binnenzijde aan te brengen. Ook bij de aansluiting van de vensters in de buitenmuren, de aansluiting van het dak aan de buitenmuren ter

hoogte van de goot, bij perforaties doorheen de luchtdichte laag, enz. is een luchtdichte uitvoering noodzakelijk.

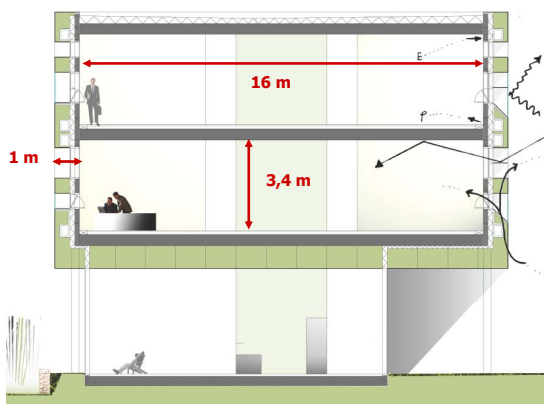
Bij bedrijfshallen liggen mogelijk de toleranties wat hoger. Hier kunnen dan andere ingrepen het warmteverlies door luchtverplaatsing helpen reduceren, bijvoorbeeld tochtstrippen op poorten en snelsluitende poorten, of automatisch sluitende deuren net naast de garagepoorten. Andere maatregelen die verlies van warme lucht tegengaan zijn ook automatisch sluitende deuren of een tochtsluis.

#### Kader 4.4: Luchtdichtheidsmeting als kwaliteitstest

De behaalde luchtdichtheid bij kantoren en woningen kan na de uitvoering van het gebouw worden bepaald aan de hand van een luchtdichtheidsmeting. Het is interessant deze test na het optrekken van het gebouw te laten uitvoeren als kwaliteitstest voor het geleverde werk door de aannemer. Best wordt er een streefwaarde meegegeven in de opdracht aan de aannemer door de architect, bvb. een maximaal ventilatievoud van het kantoor en eventuele bedrijfswoning van 1 maal het beschermd volume per uur (meetwaarde bij 50 Pa over- of onderdruk tussen het beschermd volume en erbuiten: n50-waarde). Deze waarde is de maximaal toegelaten waarde bij gebruik van mechanische ventilatie met warmteterugwinning (NBN D50-001).

#### 4.2.2.2.3. Beschaduwing en warmtebuffer

Grote glasoppervlakken aan de zuid-, oost- en westkant, en grote lichtstraten kunnen heel wat natuurlijk licht bieden en nuttige warmte opleveren in de winter en tussenseizoenen. Echter, ze kunnen tevens leiden tot oververhitting in de zomer, gevolgd door verminderd comfort en grote installatie- en exploitatie-kosten voor koelinstallaties. Het komt er op aan enkel nuttige warmte binnen te halen doch overtollige hitte buiten te houden, zonder te veel licht te verliezen.



*Figuur 4.6: Differentiatie raamtipes en ingebouwde luifels in gevel toegepast in kantoor Infrax in Torhout (Depraetere 2010)*

De positionering en dimensionering van de ramen zijn de belangrijkste factoren. Hoog geplaatste ramen bijvoorbeeld kunnen het licht ver tot in de ruimte brengen. Vensters tot tegen wanden doen deze laatste sterk oplichten waardoor deze zelf bijna als lichtbron fungeren. Ramen kunnen gediversifieerd worden naar hun functie - zicht, licht, lucht (zie Figuur 4.6). Ook kunnen glasoppervlakten op het zuiden beter afgeschermd worden door een luifel dan ramen op het oosten en westen.

Een luifel weert de hoge en te warme zomerzon, maar laat de lage winterzon wel toe. Ook een buitenzonnewering is een mogelijkheid. Een binnenzonnewering is veel minder efficiënt daar de warmte dan reeds binnen zit. Selectief superisolerend glas met een lagere zonnetoetredingsfactor vermindert de intredende zonnewarmte

maar laat het zonlicht toch nog door. Het houdt echter ook in de winter en de tussenseizoenen de zonnewarmte buiten. Omgevingselementen zoals beplanting kunnen eveneens het zonlicht weren in de zomer, doch toch nog doorlaten in de winter in geval van bladverlies. Tevens speelt de reflectiviteit van de dakbekleding en van de geveloppervlakken een belangrijke rol. Hoe hoger de reflectiviteit van deze



oppervlakken, hoe meer het zonlicht wordt weerkaatst i.p.v. wordt omgezet in warmte die dan het gebouw binnentreedt.

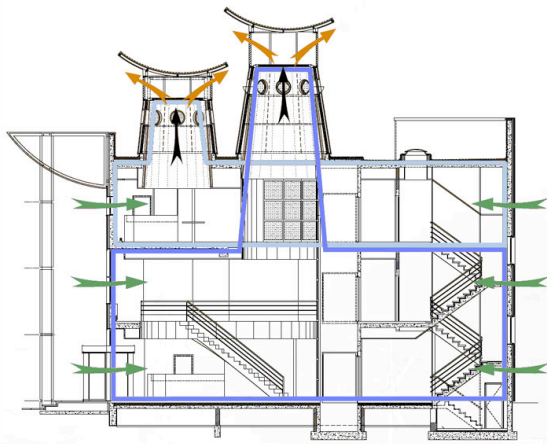
Overtollige warmte die toch in het gebouw intreedt kan daarna ook door een grote thermische massa in het gebouw opgevangen worden. De zonnewarmte wordt opgenomen door “zware” materialen, zoals baksteen, beton, natuursteen of gebakken tegels, en wordt pas later weer afgegeven. In de zomer vormen ze een buffer tegen het teveel aan zonnewarmte waardoor de luchttemperatuur minder stijgt. Op het einde van de nacht en vroeg in de ochtend kunnen deze “zware” materialen weer afgekoeld worden door natuurlijke of mechanische ventilatie zonder airco (zie ook ventilatie en passieve koeling). Ook groendaken kunnen fungeren als thermische buffer voor invallend zonlicht op het dak. Tevens verhogen groendaken de thermische weerstand.

#### 4.2.2.2.3. *Installatietechnische keuzes*

##### 4.2.2.2.3.1. *Ventilatie en passieve koeling*

Een doorgedreven isolatie en luchtdichtheid maakt gecontroleerde ventilatie noodzakelijk. De binnenlucht dient continu verversd te worden om voldoende zuurstof aan te leveren en afvalstoffen in de binnenlucht af te voeren. Vier systemen kunnen onderscheiden worden:

- volledig natuurlijke ventilatie (systeem A), eventueel met voorverwarming van de lucht met behulp van warmteluchtcollectoren of serres (zie Figuur 4.7);
- natuurlijk extractie met mechanische pulsie (systeem B);
- mechanische extractie met natuurlijke pulsie (systeem C), al dan niet sensor-gestuurd (idem eventuele voorverwarming);
- mechanische extractie en pulsie (systeem D), al dan niet met warmterecuperatie op de afgevoerde lucht (en by-pass in de zomer).



Figuur 4.7: Healthy Building Concept van Renson met natuurlijke ventilatie (Renson 2010)

Ook een hybride systeem kan voorzien worden. Mechanische ventilatie heeft immers wel het voordeel het verlies aan warmte door ventilatie bijna volledig te neutraliseren, maar heeft een hoger stroomverbruik tot gevolg. Natuurlijke ventilatie heeft dit nadeel dan weer niet, maar leidt tot hogere warmteverliezen en kan eveneens veel minder gestuurd worden. Hybride systemen zijn in feite een combinatie van beide systemen en zetten het beste systeem voor een gegeven situatie in: mechanische ventilatie met warmterecuperatie in de winter, mechanische ventilatie zonder warmterecuperatie met grondbuizen in de zomer, en natuurlijke ventilatie in de tussenseizoenen.

**Kader 4.5: Koeling via ventilatie met grondbuizen en nachtventilatie**

Mechanische pulsie kan gekoppeld worden aan grondbuizen (aardwarmtewisselaar) waardoor in de zomermaanden een koeling van enkele graden gerealiseerd kan worden. Grondbuizen bieden het voordeel dat er ook op warme zomerdagen geventileerd kan worden zonder grote opwarming.

Naast de inzet van grondbuizen is ook nachtventilatie een zeer interessante techniek. Op warme zomerdagen wordt het gebouw sterk geventileerd gedurende de nacht en de vroege ochtend waarmee de thermische massa in het gebouw wordt afgekoeld.

**4.2.2.2.3.2. Duurzame verwarming van het gebouw en sanitair water**

Een juiste dimensionering van de volledige verwarmingsinstallatie en onderlinge afstemming van de verschillende componenten is uiterst belangrijk. Hierbij gaat het om de ketelinstallatie(s), het afgiftesysteem en de regeling.

**Kantoren en woningen**

Modulerende en condenserende ketels op aardgas of stookolie zijn basistechnieken. Het rendement van een condenserende en modulerende ketel op aardgas reikt iets hoger dan het rendement van een modulerende en condenserende ketel op stookolie. Ook ligt de CO<sub>2</sub>-emissie van stookolie 30% hoger dan van aardgas voor dezelfde warmte-inhoud van de brandstof (cf. de emissiefactoren voor aardgas en lichte stookolie (Vlaamse Overheid 2007)). Een andere optie is te kiezen voor een duurzamere energietechnologie (zie bijvoorbeeld Kader 4.6). Een warmtepomp en de verbranding van biobrandstof laten toe een *CO<sub>2</sub>-neutrale verwarming* te behalen. Ook een zonneboiler kan hierbij helpen. Een warmtekrachtkoppeling haalt dan weer een hogere efficiëntie uit de primaire energiebron. (zie ook onderdeel 4.2.4.)

**Kader 4.6: Hollandsch Huys Hasselt**

Het Hollandsch Huys is een kantoorgebouw van 4000 m<sup>2</sup> in Hasselt. Het E-peil ligt op 49 en het K-peil op 22. De meting van het energiegebruik tijdens de eerste twee jaar bracht aan het licht dat een energiebesparing van 90% gerealiseerd wordt, dit met een terugverdientijd van slechts 3,1 jaar. Het gebouw is opgetrokken uit een houtskeletstructuur, is goed geïsoleerd, en er is specifiek gelet om een uitstekende luchtdichtheid te verwerven. Als verwarmings- en koelingssysteem wordt er gewerkt met betonvloeren met betonkernactivering als afgiftesysteem en een warmtepomp als opwekinstallatie. Aan de buitenzijde is een automatische zonwering voorzien. Op de heetste zomerdagen wordt het binnen niet warmer dan 24°C (Vlaamsearchitectuur.be 2010).

Best wordt de nodige temperatuur voor de verwarming laag gehouden zodat de nodige exergie beperkt wordt en meerdere warmtebronnen kunnen aangesproken worden. Warmtepompen en zonneboilers vereisen een systeem dat op lage temperatuur werkt evenals een verwarming met zonnecollectoren, maar ook condensatieketels zullen pas condenserend werken bij voldoende lage retourwatertemperatuur. Vloer- of wandverwarming lenen zich ideaal voor lage temperatuursverwarming, maar ook met overgedimensioneerde radiatoren kan er met een lagere temperatuur worden gewerkt. Convectieverwarming kan eveneens functioneren op een lage temperatuur.

### Bedrijfshallen

In kleine bedrijfshallen kan nog met een centrale warmteopwekinstallatie gewerkt worden. In grote bedrijfshallen kan het echter energiezuiniger zijn de warmte zo dicht mogelijk op te wekken bij de plaats van afgifte dan een centraal opwekkingssysteem in te zetten met lange distributieleidingen en dus grote distributieverliezen tot gevolg. Tenzij de distributieverliezen onderweg ook nuttig aangewend kunnen worden, kunnen volgende decentrale systemen dan ingezet worden: convectieverwarming door middel van (condenserende) luchtverhitters en warmeluchtgeneratoren op gas, of stralingsverwarming met behulp van stralingsbuizen, stralingspanelen of puntstralers op gas. Bij stralingsverwarming wordt de gevoelstemperatuur verhoogd zonder de lucht te verwarmen. Deze verwarmingstechnologie wordt vooral toegepast in gebouwen met slechte isolatie en luchtdichtheid; bij zeer grote en/of hoge ruimtes; bij intermitterende bezetting van de lokalen of ruimtes met verspreide werkposten; in ruimtes waar deuren of poorten vaak open staan.

Destratificatoren (ventilatoren net onder het dak) kunnen de warme lucht onder het dak weghalen en terug naar de gewenste plaats sturen. Op die wijze ontstaat een meer homogene temperatuur in de hal. Daarnaast kunnen ventilatievoorzieningen in industriële hallen eveneens uitgerust worden met warmterecuperatie op de uitgeblazen lucht. Ook de aanwending van restwarmte kan een optie vormen wanneer bedrijfsprocessen, installaties, machines, ovens, ed. veel warmte van lage of hoge temperatuur afgeven, dewelke opgevangen kan worden en beschikbaar is wanneer een of andere ruimte dient verwarmd te worden. Echter, indien warmte van hoge temperatuur beschikbaar zou zijn, is het aangeraden deze in te zetten waar de hoge temperatuur onmisbaar is.

Biobrandstofketels en warmtepompen kunnen ook voorzien in de verwarming van bedrijfshallen, waarmee een *CO<sub>2</sub>-neutrale verwarming* van de bedrijfshal kan bereikt worden (Thermea Energiesysteme 2009).

### Productie van sanitair warm water

Het rechtstreeks elektrisch aanmaken van sanitair warm water dient vermeden te worden. Warmtepompen lenen zich beter voor de productie van sanitair warm water. Voor systemen op gas en een beperkt verbruik, wordt een modulerend gasdoorstroomtoestel met elektronische ontsteking aangeraden. Boilers kunnen gecombineerd worden met een zonnecollector waardoor de warmte uit zonlicht mee ingezet kan worden voor het verwarmen van sanitair water. Om leidingverliezen maximaal te beperken, dient de warmwaterproductie zo dicht mogelijk bij de aftappunten te gebeuren. Het aantal aftappunten voor warm water kan beperkt worden.

### Regeling en monitoring

Een goed verwarmingssysteem kan niet zonder een afgestemde regeling. Er bestaan verschillende types van regelingen, zoals de thermostaat met gewone tijds- en dagregeling, de frequentiesturing op de circulatiepompen, de weersafhankelijke regeling van ketels en kringen, de start-stopoptimalisering, en de cascaderegeling. Het is belangrijk dat de verschillende componenten ook goed op elkaar zijn afgestemd en dat het gehele systeem afdoende gemonitord wordt voor het detecteren van uitvoeringsfouten, malfunctioneren en de nood aan onderhoud (Gommans 2008). Dit geldt eveneens voor de andere HVAC-installaties.

#### **4.2.2.2.3.3. Binnen- en buitenverlichting**

De lichtkwaliteit op de werkplek is erg belangrijk voor het comfort en de productiviteit van werknemers en dus ook voor een bedrijf. Tegelijk is verlichting vaak een grote energiegebruiker. Voor een energiezuinige en tegelijk comfortabele verlichtingsinstallatie kunnen volgende maatregelen toegepast worden: toetreding van natuurlijk daglicht, wanden en plafonds in een lichte tint, daglichtsensoren, afwezigheidsdetectoren, algemene sturing van de verlichting, zonering verlichting door voldoende lichtkringen, individueel aanpasbaar verlichtingsniveau, efficiënte lampen en elektronische (dimbare) voorschakelapparatuur, performante armaturen. Een ambitieuze ontwerpwaarde voor het elektrisch verbruik stelt een doel. Toch dient steeds rekening gehouden te worden met comfortcriteria inzake het minimale verlichtingsniveau en de minimale

verlichtingsuniformiteit (cf. de normen NBN EN 12464-1 Licht en verlichting. Werkplekverlichting. Deel 1: binnenwerkplekken. en NBN EN 1837 Veiligheid van machines. Integrale verlichting van machines).

Wat betreft buitenverlichting is het aangeraden 's nachts slechts beperkt te verlichten en lichthinder te vermijden. Ook hier is de verlichtingssterkte afhankelijk van het doel: beveiligingsverlichting kan dienen als schrikverlichting (bijvoorbeeld aanwezigheidsdetectoren) of als cameraverlichting (voldoende lichtsterkte om te kunnen registreren). De sturing van de verlichting gebeurt het best met een schakelklok met schemerschakelaar of met aanwezigheidsdetectoren. Indien een goede kleurweergave nodig is, is een metaalhalidelamp met keramische brander toepasbaar. Natriumlampen kunnen nog tot tweemaal zuiniger zijn, maar produceren een oranje licht. Ook LED-verlichting voor buitentoepassingen komt op gang. Hier kan verwezen worden naar de norm NBN EN 12464-2 Licht en verlichting. Werkplekverlichting. Deel 2: werkplekken buiten. voor wat betreft de gemiddelde verlichtingssterkte, de verlichtingsuniformiteit, de verblindingbeperking, de kleurweergave en de lichthinder.

#### **4.2.2.3. Potentiële maatregelen door bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders voor de energieprestatie van gebouwen**

In het licht van een duurzaam bedrijventerrein, waarbij de entiteit van het bedrijventerrein een toegevoegde waarde zou kunnen bieden voor de duurzaamheid van de gelokaliseerde bedrijven (zie hoofdstuk 2), kan gesteld worden dat het ontwerp van het bedrijventerrein zou kunnen afgestemd worden op een betere energieprestatie van de bedrijfsgebouwen. Met het vormgeven van het ontwerp van en de voorzieningen op het bedrijventerrein zou kunnen rekening gehouden worden met de impact op de flexibiliteit, op de compactheid, op de oriëntatie, op de beschaduwning en op de energievoorziening van gebouwen, en op de zonering binnen gebouwen. Zo is intensief ruimtegebruik op het terrein gericht op het koppelen en stapelen van volumes waardoor de warmteverliesoppervlakte van de beschermde volumes verminderd wordt. Ruimten met een hoge interne warmteproductie, zoals kantoren en showrooms, maar ook productiehallen met warmteprocessen binnenin, dienen beschermd te worden tegen oververhitting. Wanneer showrooms en kantoren op het terrein geplaatst zullen worden, is het wenselijk dat efficiënte maatregelen reeds genomen zijn - bijvoorbeeld door de aanwezigheid van groen - of door de bedrijven kunnen genomen worden - bijvoorbeeld door oriëntatie van de showroom of het kantoor op het noorden in plaats van op het zuiden. Bedrijfswoningen worden daarentegen best op het zuiden, of tegelijk op het oosten en westen (doorzonwoningen) georiënteerd. Bouwvoorschriften laten op hun beurt maatregelen tegen oververhitting toe: op het noorden oriënteren, natuurlijk licht door noordlicht, lichte kleur voor gevelbekleding, zonneschermen en luifels, groendaken, -muren, -schermen, etc. In de bouwvoorschriften is er tevens aandacht voor wederopname van de CO<sub>2</sub>-uitstoot op het terrein zelf, bijvoorbeeld door de aanplanting van houtige gewassen.

#### **4.2.3. Rationeel energiegebruik in de bedrijfsactiviteit**

Ten opzichte van onze buurlanden heeft België de meest energie-intensieve industrie. Dit kan te wijten zijn aan een lagere energie-efficiëntie maar ook aan een verschil in de mix aan industriële activiteiten. De energieperformantiedoelstellingen in België liggen echter eveneens lager dan in de buurlanden (McKinsey & Company 2009b).

Voor de chemische sector, de staalsector en de olie- en gase sector nemen het grootste deel van het energiegebruik voor hun rekening met respectievelijk 30%, 21% en 9% van het totaal primair energiegebruik in België in 2005 (aandeel van het energiegebruik van de energiesector in functie van deze sectoren wordt hierin meegerekend). Ook in de EU zijn deze sectoren samen met de cementindustrie de grootste energiegebruikers en eveneens de grootste CO<sub>2</sub>-emitters. Broeikasgassen door toedoen van procesemissies maken hierbij een belangrijk aandeel uit, doch het gros hangt samen met het energiegebruik (73%) (Croezen en Korteland 2010).

Ongeveer 90% van het primair energiegebruik is te vinden bij 411 Vlaamse en 162 Waalse ondernemingen dewelke convenanten gesloten hebben met de regionale overheden met de belofte om hun energie-efficiëntie op wereldniveau te brengen in ruil voor een vrijstelling van verdere regulering

van CO<sub>2</sub>-emissie en energiegebruik, en financiële ondersteuning (McKinsey & Company 2009b). In Vlaanderen verenigen

- 9 Benchmarkingconvenanten 182 ondernemingen met een jaarlijks primair energiegebruik van minstens 0,5 PJ, tezamen goed voor 80% van het Vlaamse industrieel primair energiegebruik;
- 5 Auditconvenanten 229 ondernemingen met een jaarlijks primair energiegebruik tussen 0,1 en 0,5 PJ, tezamen nog eens goed voor 9% van het Vlaams industrieel primair energiegebruik (McKinsey & Company 2009b).

Tegenover de 573 convenantbedrijven staan maar liefst 50 000 KMO's die de overige 10% van het industriële primair energiegebruik voor hun rekening nemen (McKinsey & Company 2009b).

### 4.2.3.1. Vlaamse richtlijnen voor het industrieel energiegebruik

#### 4.2.3.1.1. Basisverplichtingen

Bedrijven met energie-intensieve inrichtingen worden door de Vlaamse Overheid verplicht om de meest rendabele energiemaatregelen uit te voeren. Een energieplan dient opgesteld te worden voor (Art. 4.9.1 Vlare II):

- alle inrichtingen met een totaal jaarlijks energiegebruik van tenminste 0,5 PJ per jaar;
- alle inrichtingen met een totaal jaarlijks energiegebruik van ten minste 0,1 PJ waarvoor een vergunningsaanvraag voor hernieuwing van een vergunning wordt ingediend;
- alle inrichtingen die als BKG (broeikasgas)-inrichting zijn ingedeeld voor wat betreft hun CO<sub>2</sub>-emissies en die enkel verbrandingsinstallaties omvatten die uitsluitend gebruikt worden voor ruimteverwarming, en waarvan het geaggregeerd thermisch ingangsvermogen meer bedraagt dan 20 MW;
- alle inrichtingen die als BKG-inrichting zijn ingedeeld voor wat betreft hun CO<sub>2</sub>-emissies en die behoren tot de aardgastransportsector.

Bedrijven zijn gehouden voor deze inrichtingen het energieplan 4-jaarlijks te actualiseren en energiemaatregelen met een intern rendement van tenminste 15%<sup>4</sup> uit te voeren (Art. 6.5.7 (Vlaamse Regering 2010) en Art. 4.9.2 Vlare II).

Ingeval van een milieuvergunningsaanvraag dient een energiestudie uitgevoerd te worden voor (Art. 5 §8 Vlare I):

- een nieuwe inrichting met een totaal jaarlijks energiegebruik van ten minste 0,1 PJ;
- een verandering van een inrichting met een totaal jaarlijks energiegebruik van ten minste 0,1 PJ voorzover de vergunningsaanvraag de voor het energiegebruik relevante onderdelen van de inrichting betreft, en waarvoor op grond van artikel 6bis een vergunning overeenkomstig artikel 5 en 6 moet worden aangevraagd;
- een nieuwe BKG-inrichting of een verandering aan een BKG-inrichting.

In de volgende gevallen dient bij de vergunningsaanvraag voor een hernieuwing van een vergunning een energieplan te worden gevoegd (Art. 5 §8 Vlare I):

- een inrichting met een totaal jaarlijks energiegebruik van ten minste 0,1 PJ;
- een inrichting die voor wat betreft haar CO<sub>2</sub>-emissies is ingedeeld als BKG-inrichting en die enkel verbrandingsinstallaties omvat die uitsluitend gebruikt worden voor ruimteverwarming, en waarvan het geaggregeerd thermisch ingangsvermogen meer bedraagt dan 20 MW;
- een inrichting die voor wat betreft haar CO<sub>2</sub>-emissies is ingedeeld als BKG-inrichting en die behoort tot de aardgastransportsector.

De maatregelen uit het energieplan met een interne rentevoet van minstens 15 % na belastingen moeten uiterlijk drie jaar na de toekenning van de milieuvergunning uitgevoerd zijn (Art. 5 §8 Vlarem I). In al deze gevallen wordt met het energiegebruik het primair elektriciteitsgebruik en primair energetisch gebruik van energiedragers en niet het non-energetisch gebruik van energiedragers in de vorm van als grondstof ingezette energiedragers bedoeld (Art. 1 Vlarem I en Art. 1.1.2 Vlarem II).

Naast deze minimumverplichtingen kunnen bedrijven voor energie-intensieve inrichtingen vrijwillig aansluiten tot het Benchmarking- of Auditconvenant.

#### **4.2.3.1.2. *Benchmarkingconvenant met grote energie-intensieve ondernemingen***

Het Benchmarkingconvenant (Vlaamse Regering 2002), goedgekeurd door de Vlaamse Regering in 2002, is een model tot wederzijdse overeenkomst tussen het Vlaams Gewest en geïnteresseerde ondernemingen, dewelke grote energie-intensieve vestigingen met industriële, handels- of dienstenactiviteit in eigendom hebben met een jaarlijks primair energiegebruik van meer dan 0,5 PJ<sup>5</sup>. Hieronder wordt verstaan het primair elektriciteitsverbruik en het primair energetisch gebruik van energiedragers; het gebruik van energiedragers als grondstof niet meegerekend (Art. 1 Benchmarkingconvenant). Het onderwerp van de overeenkomst zijn die vestigingen die voldoen aan de ondergrens van het energiegebruik of waarvoor extra is toegetreden (Art. 2 Benchmarkingconvenant). Het Benchmarkingconvenant richt zich op de energie-efficiëntie, ofwel het specifieke energiegebruik, t.t.z. het energiegebruik per eenheid van product (Art. 1 Benchmarkingconvenant).

Onder de overeenkomst dienen de ondernemingen om de 4 jaar een analyse te laten uitvoeren van het specifieke energiegebruik van voor hen vergelijkbare installaties behorende tot de wereldtop, en de afstand van de eigen vestiging op basis van die parameter tot die wereldtop te laten bepalen (Art. 4 Benchmarkingconvenant). Het referentieverbruik van de wereldtop wordt ofwel bepaald als het hoogste specifiek energiegebruik van het beste deciel van vergelijkbare procesinstallaties in de wereld, ofwel als het gemiddelde specifieke energiegebruik van vergelijkbare procesinstallaties in de in die zin best presterende regio in de wereld die vergelijkbaar is met Vlaanderen wat betreft de omvang en het aantal van dergelijke installaties. Indien deze methodes niet toepasbaar zijn, wordt het referentieverbruik bepaald ofwel als 110% van het specifieke energiegebruik van de beste vergelijkbare installatie, ofwel als ook dat niet mogelijk zou zijn als de best mogelijke prestatie wanneer alle energie-investeringen met een intern rendement van 15% doorgevoerd zouden worden. In een eerste periode tot eind 2005 dienen alle nodige maatregelen met een intern rendement (internal rate of return of IRR) van 15% uitgevoerd te worden; voor eind 2007 ook de nodige maatregelen met een IRR evenveel als de rente op obligaties op 10 jaar<sup>6</sup>. Maatregelen onder deze grens dienen niet uitgevoerd te worden, ook niet als de wereldtop nog niet werd behaald (Art. 6 Benchmarkingconvenant).

In ruil voor de uitvoering van de maatregelen, verbindt het Vlaams Gewest zich ertoe, voor de betrokken vestigingen, geen bijkomende Vlaamse maatregelen te nemen gericht op verdere energiebesparing of CO<sub>2</sub>-reductie, zoals energie- of CO<sub>2</sub>-taksen, CO<sub>2</sub>-emissieplafonds of aankoop van emissierechten, verplichtingen inzake energiegebruik of CO<sub>2</sub>-emissie, alsook hen van eventuele federale en Europese verplichtingen hierop trachten vrij te houden. Beleidsmaatregelen die slaan op milieuvriendelijke vormen van energieproductie en brandstofgebruik vallen niet onder de vrijstelling. Het Vlaams Gewest zal haar steun voor de bevordering van energie-efficiëntie bij grote energie-intensieve ondernemingen eveneens richten op de toegetreden ondernemingen (Art. 12 Benchmarkingconvenant).

De Vlaamse Regering heeft met het Benchmarkingconvenant de grote energie-intensieve ondernemingen dus de kans geboden hun specifiek energiegebruik vrijwillig tot een gelijkaardig niveau te brengen als andere goed presterende installaties in de wereld. Evenwel worden deze ondernemingen niet gestimuleerd hierbij verder te gaan dan het vergelijkbare. De Vlaamse ondernemingen worden niet geacht een voorttrekkersrol te spelen, evenmin gemotiveerd radicalere innovaties zoals procesintensificatie te ondersteunen in (Vlaams) onderzoek en industrialisatie, en toe te passen. De eisen slaan eveneens slechts op het relatieve verbruik, hetgeen niet kan uitsluiten dat het absolute

verbruik nog stijgt. Een analyse van verdere verbetering door wijzigingen in de productketen of in het product zelf worden tevens niet verzocht.

In ruil voor de gevraagde investeringen, bevriest de Vlaamse Regering voor 10 jaar de gestelde eisen aan energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissies voor de ondernemingen. Ook indien andere overheden, zoals de federale, de Europese of de mondiale, afspreken strengere eisen in de vorm van het ene of het andere instrument in te voeren, zal de Vlaamse Regering die maatregelen trachten te neutraliseren. De Vlaamse Regering belooft aldus verdere klimaatgerelateerde verplichtingen te blokkeren voor deze ondernemingen.

Ook op *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* kunnen grote energie-intensieve ondernemingen zich vestigen. Ze kunnen zich tevens nog steeds toevoegen tot het convenant (Art. 3 Benchmarkingconvenant). De Vlaamse Regering heeft echter opgelegd dat het bedrijf alsdan *CO<sub>2</sub>-neutraal* dient te worden. De vraag kan gesteld worden of dit al dan niet in tegenspraak is met de gemaakte belofte in het convenant.

#### 4.2.3.1.3. *Auditconvenant met middelgrote energie-intensieve ondernemingen*

Het Auditconvenant (Vlaamse Regering 2005a), goedgekeurd door de Vlaamse Regering in 2005, is een gelijkaardig model tot wederzijdse overeenkomst tussen het Vlaams Gewest en geïnteresseerde ondernemingen. Het betreft vestigingen met industriële activiteit met een jaarlijks primair energiegebruik tussen 0,1 en 0,5 PJ. Onder het primair energiegebruik wordt hetzelfde verstaan als in het Benchmarkingconvenant (Art. 1 Auditconvenant). Het onderwerp van deze overeenkomst zijn die vestigingen die voldoen aan die energiegebruiksgrenzen en waarvoor niet is toegetreten tot het Benchmarkingconvenant (Art. 3 Auditconvenant). De doelstelling van het Auditconvenant is minder streng gesteld dan in het Benchmarking-convenant en leidt tot een eenvoudigere uitvoering voor de betrokken ondernemingen. Het Auditconvenant richt zich eveneens op de energie-efficiëntie, ofwel het specifieke energiegebruik.

Ondernemingen dienen het specifieke energiegebruik van de vestiging en de procesinstallaties te analyseren, en maatregelen ter optimalisatie te identificeren (Art. 4 Auditconvenant). Maatregelen die een intern rendement kennen van minstens 15% dienen te worden uitgevoerd in een eerste periode van ongeveer 4 jaar. In de volgende 4 jaar dienen de maatregelen met een rendement van minstens 13,5%<sup>7</sup> eveneens uitgevoerd te worden (Art. 7 en 8 Auditconvenant).

In ruil voor de uitvoering van de maatregelen, verbindt het Vlaams Gewest zich, voor de betrokken vestigingen, geen bijkomende Vlaamse beleidsmaatregelen te nemen, alsook federale en Europese maatregelen tegen te houden, met aanvullende verplichtingen inzake energiebesparing, energie-efficiëntie, CO<sub>2</sub>-reductie of CO<sub>2</sub>-efficiëntie, voor zover die maatregelen een verhoging van de energie- of CO<sub>2</sub>-efficiëntie als belangrijkste doel beogen. Beleidsmaatregelen die slaan op milieuvriendelijke productievormen van energie en brandstofgebruik, idem als bij het Benchmarkingconvenant, maar ook uitvoering van Europese verplichtingen en invoering van een markt voor uitstootvergunningen vallen niet onder de genoemde vrijstelling. (Art. 15 Auditconvenant). Herinner echter dat ondernemingen steeds kunnen verzoeken toe te treden tot het Benchmarkingconvenant in plaats van tot dit Auditconvenant.

Ook op *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* kunnen bedrijven die tot het Auditconvenant toetreden, gevestigd zijn. Het SB2007 (zie onderdeel 3.2.) heeft als hoofddoel het ondersteunen van de economische expansie in Vlaanderen. De *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* kan echter niet als hoofddoelstelling worden aangemerkt. Ook is *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* onder meer uitvoerbaar door het verbruik van milieuvriendelijk geproduceerde energie (zie onderdeel 5.1.1.), en is deze door de Vlaamse Regering niet gericht op de energie-efficiëntie zelf. Aldus lijkt het SB2007 i.s.m. de hierbij gedetailleerde bepalingen (zie onderdeel 5.1.) niet in strijd te zijn met de beloften van de Vlaamse Regering in het kader van het Auditconvenant.

Energieplannen hebben dus als onderwerp zich te richten op specifieke maatregelen die het energiegebruik reduceren. Andere maatregelen die onrechtstreeks het energiegebruik reduceren, keteninnovaties, productinnovaties, ed. worden ook hier niet gestimuleerd.

#### **4.2.3.2. Sectoroverkoepelende maatregelen**

In tegenstelling tot gebouwen zijn energie-efficiëntiemaatregelen in de industriële activiteit veel minder universeel. Toch zijn er ook gemeenschappelijke maatregelen te benoemen die alle sectoren kunnen doorvoeren om hun energieprestatie te verbeteren (Bernstein, Roy et al. 2007; McKinsey & Company 2009b).

##### **4.2.3.2.1. Inzet van efficiëntere machines en apparatuur**

65% van het industrieel elektriciteitsverbruik in de EU is voor rekening van systemen aangedreven door elektrische motoren. De inzet van energie-efficiëntere motoren en verbonden componenten, zoals pompen, ventilatoren, elektrische en mechanische overbrengingen, transformatoren, batterijen, etc. kunnen het energiegebruik met 30% doen dalen (Bernstein, Roy et al. 2007). Een beter ontwerp, afstemming van de grootte op de behoefte en de inzet van snelheidsregeling zijn mogelijke maatregelen die breed toepasbaar zijn (McKinsey & Company 2009b). Persluchtsystemen zijn een van de meest energieverspillende componenten (Voka 2005). De toepassing van alternatieve en efficiëntere aandrijvingen voor eventuele persluchtsystemen is een optie. Verder rest de optimalisering van eventuele resterende persluchtsystemen (leidingennet, drukverlaging, aanzuigen koude lucht, stille urenvoorzieningen,...) (Voka 2005).

Ook kan de efficiëntie van boilers en de distributiesystemen voor warmte verbeterd worden, door betere isolatie, betere controle over de warmte-opwekking, condenserende boilers, etc. (Bernstein, Roy et al. 2007). Een betere afstemming van de opgewekte temperatuur op de nodige procestemperatuur is een mogelijkheid. Verder resteren efficiëntere en beter afgestemde ovens en procesverwarmers (Bernstein, Roy et al. 2007).

Bij koel- en vriesinstallaties kan gekeken worden naar de toepassing van alternatieve en efficiëntere koelsystemen voor eventuele koelmachines (free cooling, adiabatische koeling), en de vermindering van de energievraag van de koelmachines (door geautomatiseerde koeldeuren, isolatie, warmterugwinning, frequentiesturing, verlagen condensortemperatuur, elektronische expansieventielen, regelsysteem, gestuurde ontdooiing, onnodige warmtebronnen,...) (Voka 2005).

##### **4.2.3.2.2. Beter onderhoud en processturing**

Een beter onderhoud van installaties zorgt voor een lager energiegebruik, minder uitval en een langere levensduur (McKinsey & Company 2009b). Veel voorkomende problemen zijn lekken in stoomnetten, persluchtsystemen (gemiddeld verlies geschat op 20%), boilers en ovens, slecht onderhouden isolatie, etc. (Bernstein, Roy et al. 2007). Een betere processturing door betere controlesystemen en sensoren leidt tot een lager energiegebruik, lagere onderhoudskosten, minder uitval en een betere productiecontrole (McKinsey & Company 2009b).

##### **4.2.3.2.3. Hergebruik van restwarmte en restkracht**

Restwarmte ontstaat bij lokale elektriciteitsproductie, bij verbrandingsprocessen, bij compressoren, bij koeling via koeltorens of oppervlaktewater, etc. (Bernstein, Roy et al. 2007; McKinsey & Company 2009b; Thermea Energiesysteme 2009). Warmtewisselaars kunnen restwarmte recupereren en opnieuw ter beschikking stellen. Restwarmte kan hergebruikt worden binnen hetzelfde proces als waar de restwarmte van afkomstig is of voor een ander proces. Na warmtewisselaars komen eventueel warmtepompen die de warmte op een hogere temperatuur kunnen brengen. Industriële warmtepompen worden in tal van operaties ingezet (International Energy Agency Heat Pump Programme 1995): ontvochtigingsprocessen, distillatieprocessen, droogprocessen, verdampingsprocessen, concentratieprocessen, ovens, verwarming van proceswater of proceslucht, wasprocessen, bij gebruik van stoom, koeling, op warmtenetten, enz. Verschillende sectoren kunnen hun primair energiegebruik reduceren door de inzet van warmtepompen in processen: voedingssector, drukkerijen, papierindustrie, productie van consumentenproducten, chemische sector, houtsector, droging van biomassa, waterzuivering, textielindustrie, enz. (International Energy Agency Heat Pump Programme 1995). Warmtepompen zijn ten slotte zeer interessant wanneer tegelijk warmte en koude dient gegenereerd te worden. Dit noemt men een thermische koppeling en is ook mogelijk indien de



warmte- en koudevraag in de tijd verschoven zijn wanneer warmte kan gestockeerd worden in een buffer (bodem, water of andere) (Thermea Energiesysteme 2009).

Resterende exergie kan ook ingezet worden voor de productie van elektriciteit, via een traditionele turbine of een organische rankine cyclus die toelaat elektriciteit te produceren met een lagere temperatuur van de restwarmte (Defoer, Vanslambrouck et al. 2008), of nog bijvoorbeeld via kleinere turbines in plaats van overdrukkeppen (Bernstein, Roy et al. 2007).

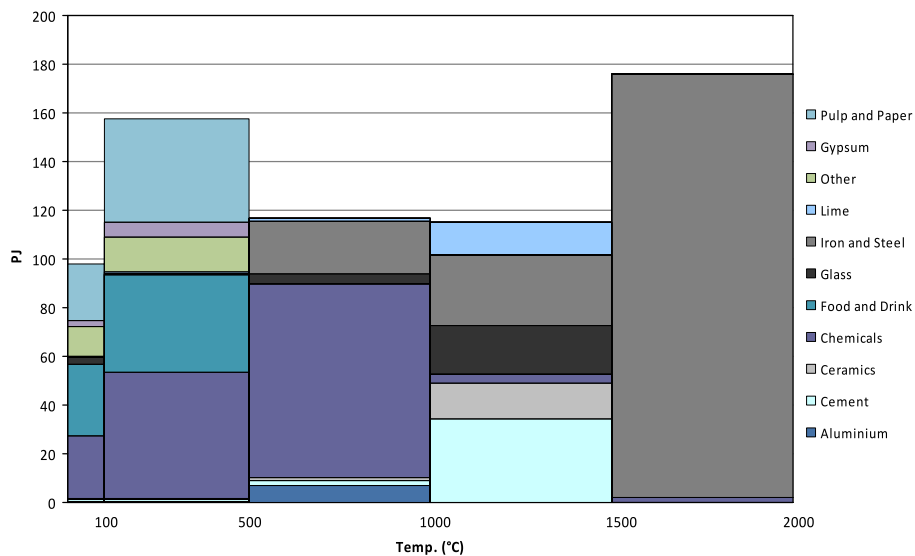
Bernstein, Roy et al. melden dat restwarmteanalyses typisch leiden tot een potentieel van 5 à 40% reductie in het energiegebruik. Het extra potentieel bovenop conventionele technieken in de Verenigde Staten wordt geschat op 5 à 10% (Bernstein, Roy et al. 2007). McKenna en Norman (2010) maakten recent naar eigen zeggen een conservatieve schatting op van het potentieel voor warmterecuperatie in het Verenigd Koninkrijk van 5,5% à 11% van de warmtebehoefte van bedrijven. De temperatuur van de restwarmte is in Tabel 4.2 weergegeven. Deze temperatuur bepaalt de verdere gebruiksmogelijkheden van de restwarmte (zie onderdeel 4.2.4.4.).

*Tabel 4.2: Temperatuur van restwarmte en recuperatiepotentieel in verschillende industriële bedrijfstakken (McKenna en Norman 2010)*

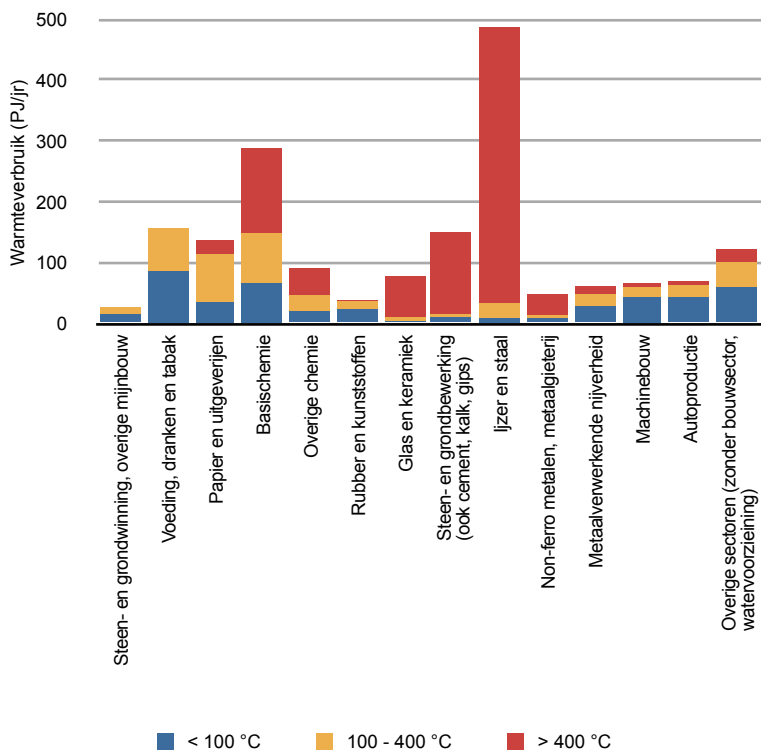
Bedrijfstak		Temperatuur restwarmte	Ondergrens restwarmte-recuperatie	Bovengrens restwarmte-recuperatie
Ijzer en staal			10%	15%
Non-ferro	Aluminium	100°C	5%	10%
Minerale niet-metalen	Cement	150°C	10%	20%
	Baksteen	150°C	5%	10%
	Glas	550°C	10%	20%
	Kalk	150°C	10%	15%
	Gips	100-500°C	5%	10%
	Minerale wol/rock wool	550°C	10%	20%
Chemie	Ammoniak	350°C	5%	10%
	Zwarte koolstof	125°C	5%	10%
	Krakers	100-500°C	5%	10%
	Algemeen	150°C	5%	10%
Voeding en drank	Brouwerijen	150°C	5%	10%
	Distilleerderij	80°C	5%	10%
	Suikerbiet	200°C	5%	10%
	Suikerriet	150°C	5%	10%
Andere bedrijfstakken	Boilers en stoomketels	150°C	5%	10%

In Figuren 4.8 en 4.9 is het gebruikte temperatuurniveau afgebeeld van meerdere industriële bedrijfstakken in het Verenigd Koninkrijk en Duitsland. De productie van minerale niet-metalen, en de productie van ijzer en staal en non-ferrometalen tonen zich als hoog-calorische warmteverbruikers. Daarentegen tonen de voeding, dranken en tabaksectoren, rubber en kunststoffen, de metaalverwerkende nijverheid, machinebouw en autoproduktie, maar ook textiel (Vannoni, Battisti et al. 2008), zich als voornamelijk laag-calorische warmteverbruikers. Chemie en pulp en papier zitten hiertussen. Terugkomend op restwarmte, de grootste concentraties aan restwarmte in het Verenigd Koninkrijk zijn te vinden bij de ijzer- en staalsector, de non-ferro (aluminium), de minerale niet-metaalproducten (cement, kalk, glas en gips) en de chemie (zie Figuur 4.10) (McKenna en Norman 2010). De voornaamste bronnen van industriële restwarmte in de EU volgens Werner (2006b) zijn de

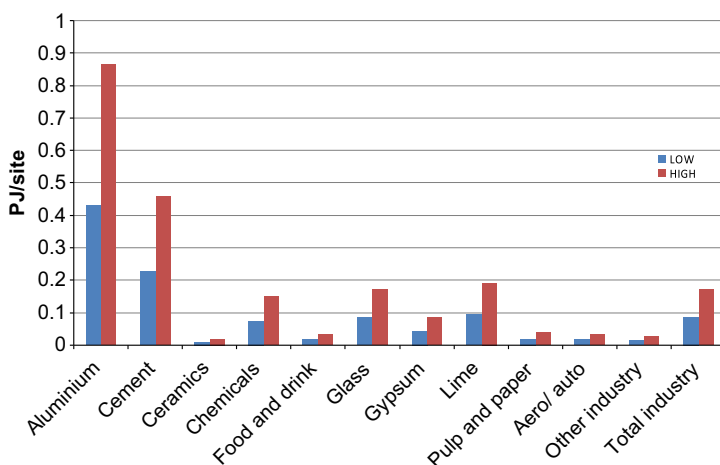
basismetalen, de chemische sector en de raffinaderijen (energiesector). Wetzels vermeldt eveneens de chemische industrie en de raffinagesector als voornaamste restwarmtebronnen in de industrie. Mogelijk zijn er kansen tot verder intern hergebruik aanwezig bij de chemie, aangezien hierbij niet alleen hoog-calorische warmte verbruikt wordt, maar ook belangrijke hoeveelheden midden-calorische en laag-calorische warmte (op sectorniveau althans). Wetzels (2010) stelt echter dat de huidige stand van techniek in warmtepompen het hergebruik nog belemmert. Een gelijkaardige 'omgekeerde piramide'-structuur is te zien bij papier en pulp, en voeding en dranken (opnieuw op sectorniveau).



*Figuur 4.8: Warmtevrage in het VK van industriële sectoren ten opzichte van de temperatuur (McKenna en Norman 2010)*



Figuur 4.9: Warmteprofiel industrie Duitsland in 2001 (Lutsch en Witterhold 2005)



Figuur 4.10: Gemiddeld potentieel aan recupereerbare warmte per vestiging (ijzer- en staalsector zit op 1,8 tot 3,6 PJ/site - deze sector is niet apart aangegeven maar zit vervat in Total industry) (McKenna en Norman 2010)

Wanneer we dezelfde energierecuperatiepotentiëlen per industriële bedrijfstak als voor het VK toepassen op Vlaanderen, blijkt dat de ijzer- en staalsector en de chemiesector samen een recupereerbaar restwarmtepotentieel leveren van 5 à 10% van het totaal industrieel niet-elektrisch energiegebruik in Vlaanderen (excl. energiesector en raffinage). In totaal zou zo'n 6,5 à 12% van de warmte-energie recupereerbaar zijn, vooral nog in de minerale niet-metaalsector en de voedingssector (zie Tabel 4.3). In deze schatting is het gebruik van het restwarmtepotentieel vanwege thermische krachtcentrales niet opgenomen. In conventionele thermische elektriciteitscentrales geldt dat ongeveer de helft van de energie-input momenteel geloosd wordt (Rosen en Scott 2003b).

*Tabel 4.3: Schatting van het restwarmtepotentieel in Vlaanderen op basis van het niet-elektrisch energiegebruik van verschillende industriële bedrijfstakken in 2007 (Vlaamse Milieumaatschappij 2010b), en gelijke restwarmterecuperatiepotentiëlen als McKenna en Norman (2010)*

Bedrijfstak	Energiegebruik (excl. elektriciteit) (PJ)	Ondergrens restwarmte- recuperatie (%)	Bovengrens restwarmte- recuperatie (%)	Ondergrens restwarmte- recuperatie (PJ)	Bovengrens restwarmte- recuperatie (PJ)
Chemie	121,10	5%	10%	6,05	12,11
Ijzer en staal	64,36	10%	15%	6,44	9,65
Metaalverwerkende nijverheid	7,58	5%	10%	0,38	0,76
Minerale niet- metaalproducten	13,06	10%	15%	1,31	2,61
Non-ferro	6,54	5%	10%	0,33	0,65
Papier en uitgeverijen	5,98	5%	10%	0,30	0,60
Textiel, leder en kleding	5,53	5%	10%	0,28	0,55
Voeding, drank en tabak	19,61	5%	10%	0,98	1,96
Andere industrieën	12,66	5%	10%	0,63	1,27
Totaal	256,40	6,51%	11,76%	16,69	30,16

#### 4.2.3.2.4. *Procesintensivering*

Een lager gebruik dan de beschikbare capaciteit van installaties leidt tot frequentere stilstand en slechtere thermische integratie. Hierdoor verlaagt de energie-efficiëntie en verhogen de CO<sub>2</sub>-emissies (Bernstein, Roy et al. 2007). McKinsey schat de potentiële verbruiksreductie hiermee voor België op 5% van het industriële verbruik (McKinsey & Company 2009b).

#### 4.2.3.2.5. *Energie- en emissie management en -benchmarking*

Energieaudits kunnen kansen in de reductie van het energiegebruik detecteren. Energiemanagementsystemen creëren een blijvende basis voor het monitoren en optimaliseren van de energieprestatie relatief ten opzichte van productiecijfers, klimaatparameters, etc. (Voka 2005; Bernstein, Roy et al. 2007). Integratie van energiemanagement en prestatiefactoren in het algemene productie- en procesmanagement is een volgende stap. Ook het betrekken en motiveren van werknemers is belangrijk (McKinsey & Company 2009b). McKinsey schat het reductiepotentieel hiervoor in België op 5% (McKinsey & Company 2009b).

Een andere vorm van energiemanagement tonen bedrijven die peak shaving (het verminderen van het kwatuurvermogen) en load shifting (het verplaatsen van elektriciteitsverbruik naar de daluren) uitvoeren op hun energiegebruiksposten en -installaties (Voka 2005). Voordelen hiervan zijn enerzijds lagere kwatuurvermogens en bijgevolg lagere energiekosten. Een indirect maar eveneens belangrijk voordeel is de verminderde nood aan piekcentrales en bijgevolg nogmaals lagere energiekosten (Asmus 2010).

**Kader 4.7: Integraal energiemanagement Duco Veurne**

Duco Ventilation & Sun Control uit Veurne, specialist in natuurlijke ventilatie en zonwering, mocht de Unizo-prijs “meest energieke onderneming 2006” in ontvangst nemen, als erkenning voor haar streven naar energie-efficiëntie in het gebouw, de bedrijfsactiviteit en het product (Kenniscentrum Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen 2007).

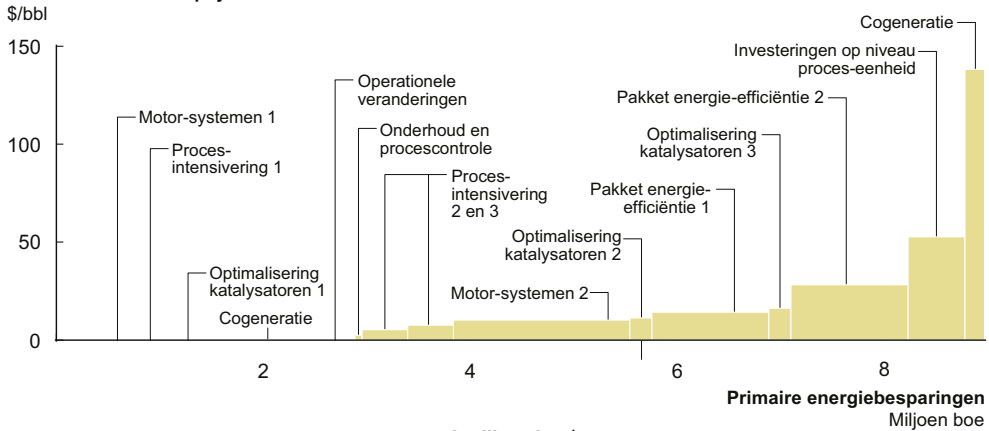
De bedrijfsfilosofie houdt in dat op elk niveau continu inspanningen dienen te worden aangehouden en bijgestuurd voor een energiezuinige werking. Het energiemanagement focust op het bouwontwerp, het elektriciteits- en gasverbruik, het gebruik van perslucht, en water- en afvalbeheer. Zo is er gelet op de isolatie van het gebouw en wordt het daglicht doorheen de koepels zo goed mogelijk aangewend door witgeverfde wanden in de productiehal. De verlichtingsinstallatie wordt op haar beurt gestuurd door lichtsensoren. Om stroompieken te voorkomen wordt de opstart van diverse installaties gespreid 's morgens. Tevens wordt restwarmte hergebruikt voor de verwarming, zoals van de gasstookinstallaties voor de processen van de compressoren van de persluchtinstallatie. Met perslucht wordt alvast zuinig omgegaan.

Tegelijk brengt Duco ook producten op de markt die het energiegebruik bij haar klanten kan reduceren. Zo heeft Duco bijvoorbeeld een vraaggestuurd natuurlijk ventilatiesysteem, dat de ventilatieverliezen van natuurlijke verluchting reduceert.

#### 4.2.3.2.6. *Reductiepotentieel in het energiegebruik door sectoroverkoepelende maatregelen*

In Figuur 4.11 worden het energiebesparingspotentieel (horizontale as) en de ruwe olieprijs waarbij de investeringen break-even zijn (verticale as) van bovenstaande investeringsmaatregelen voor de chemische, staal- en olie- en gasector uitgezet, zoals berekend door McKinsey voor de Belgische industrie. Hierbij is uitgegaan van een maatschappijperspectief waarbij de subsidies en belastingen buiten beschouwing werden gelaten, de gehele levensduur van de investering en een kapitaalkost van 4% als basis werden genomen. De evolutie van olieprijs (zie Figuur 4.12) toont dat nagenoeg alle maatregelen maatschappelijk gezien economisch rendabel zijn<sup>8</sup>. De gemeenschappelijke investeringsmaatregelen kennen vanuit maatschappelijk perspectief gemiddeld een terugverdientijd van slechts 4 jaar in de drie meest energie-intensieve sectoren. Geëxtrapoleerd naar de gehele industrie in België, maken deze een energiegebruiksreductie van 11% in de industrie ten opzichte van een business as usual scenario mogelijk. Samen met alle niet-investeringsmaatregelen komt het reductiepotentieel uit op 22% (McKinsey & Company 2009b).

#### Break-even ruwe olieprijs



Figuur 4.11: Energiebesparingspotentieel in de chemische, staal- en olie- en gassector in België door investeringsmaatregelen (McKinsey & Company 2009a)<sup>9</sup>



Figuur 4.12: Evolutie van ruwe olie en Brent ruwe olie futures prijs (\$/bbl) (Trading Economics 2011)<sup>10</sup>

#### 4.2.3.3. Sectorspecifieke maatregelen

Verder zijn er nog verscheidene sectorspecifieke maatregelen die klaar staan voor implementatie. Bernstein, Roy et al. (2007) bespreken mogelijke maatregelen in de ijzer- en staalsector, de non-ferro, de chemiesector, minerale niet-metalen, de raffinaderijen, de pulp- en papiersector en de voedingssector. Voor de procesindustrie, onder andere in de chemische, de voeding-, de pulp- en papier-, en de ijzer- en staalsectoren, wordt verwacht dat procesintensificatie tot grote energiebesparingen in de industrie kan leiden (Creative Energy 2007). Procesintensificatie kent 4 principes: het maximaliseren van de effectiviteit van intra- en intermoleculaire botsingen, het proces voor elke molecule gelijk maken, de drijvende krachten in processen meer tot hun uitvoering laten komen, synergetische effecten maximaliseren. Hierbij wordt gewerkt op 4 vlakken: ruimte, energie, synergie en tijd. Procesintensificatie zou operationele kosten, materiaalverbruik en afvalproductie drastisch reduceren, de controle op processen en de veiligheid van processen en vestigingen verhogen. Voorbeelden hiervan zijn geavanceerde warmtewisselaars, mixers, membraantechnologieën, reactievaten, etc. Diverse technologieën die hierbij toegepast kunnen worden, zijn al rijp voor industriële inzet, en worden soms al wijd ingezet in de ene sector, maar zijn tegelijk onbestaande in een andere. Andere technologieën vereisen nog fundamenteel en/of toegepast onderzoek (Creative Energy 2007).

Sectorspecifieke technologische doorbraken kunnen de emissiereductiedoelstelling van 80% à 95% makkelijker haalbaar maken (zie bijvoorbeeld Kader 4.8). Ze zijn mogelijk uiteindelijk toch noodzakelijk om een lage broeikasgasemissie op lange termijn te bestendigen zonder de tijdelijke en vooralsnog erg onzekere oplossing van koolstofafvang en stockage (European Climate Foundation, McKinsey & Company et al. 2010; Piessens, Baele et al. 2010). De uitvoering van de vele reeds beschikbare maatregelen is echter nu al noodzakelijk, om zo snel als mogelijk een reductie van de broeikasgasemissies te bereiken, eveneens wil men de afhankelijkheid van mogelijke maar evenwel nog onzekere technologische doorbraken en hun reductiepotentieel beperken.

##### **Kader 4.8: Voorbeelden van mogelijke technologische doorbraken in de industrie:**

- Voor de staalindustrie zijn er verschillende mogelijke technologieën om het energiegebruik te reduceren, groene energie te kunnen inzetten of om volledig (?) CO<sub>2</sub>-neutrale staalproductie te behalen (World Steel Association 2009; Croezen en Korteland 2010). Een van de technisch meest belovende technologieën op lange termijn is het electrolyseproces waarmee zuiver ijzer mogelijk kan gemaakt worden met behulp van groene stroom en groene warmte (zie onderdeel 4.2.4.1.). Nog andere ideeën zijn ijzerproductie met behulp van bacteriën.
- In de cementsector wordt onderzoek uitgevoerd op het gebruik van magnesiumgebaseerde klinkerproductie waarmee, indien groene warmte ingezet wordt, een productieproces met een netto opname van CO<sub>2</sub> zou kunnen gehaald worden (Croezen en Korteland 2010).

#### 4.2.3.4. Barrières voor energie-efficiëntiemaatregelen

Barrières voor energie-efficiëntiemaatregelen bij bedrijven bestaan uit vier types: basisbarrières, symptoombarrières, strategische barrières en informele barrières (Cooremans 2008). In vele bedrijfstakken blijven kapitaalgoederen heel lang zonder vervanging. Nieuwe technologieën kunnen dan wel bestaan, met lager energiegebruik en emissies tot gevolg, bedrijven behouden de bestaande installaties omwille van de kostprijs van de investeringen, de terugverdientijd en het rendement op de investering, de betrouwbaarheid en de risico's, en verdere kosten die met een verandering in het proces kunnen gepaard gaan (Bernstein, Roy et al. 2007). Volgens Cooremans (2008) zijn dit echter eerder symptomen van de werkelijke barrières. De werkelijke barrières liggen in het feit dat de investeringen in

energie- en emissieoptimalisatie moeten concurreren met andere investeringen in bedrijven die de kernactiviteit bepalen en daardoor strategische waarde hebben, terwijl dat voor energie en emissie dikwijls niet geldt. Dat uit zich tevens in een gebrek aan systemen en procedures om de energie- en emissieprestatie op te drijven (Bernstein, Roy et al. 2007; Cooremans 2008). De bedrijfscultuur kan wel een belangrijke invloed hebben op de energieambities binnen bedrijven en deze kan erg verschillen tussen bedrijven binnen dezelfde bedrijfstak, wat als de mogelijke informele barrière aangeduid wordt. De grond van deze informele barrière bestaat erin dat op heden wordt aangenomen dat energie altijd beschikbaar is, of dus dat energieproductie de energievraag steeds kan voldoen (Cooremans 2008). De vierde barrière die de snelheid waarmee nieuwe technologieën naar de markt gaan bepaalt, is de beperkte capaciteit van bedrijven om nieuwe informatie en technologieën te absorberen - informatie is een basisbarrière voor Cooremans. Bovendien ontbreekt ook de technische expertise veelal om de juiste afstemming van installaties te vinden (Bernstein, Roy et al. 2007). Verder vermelden Bernstein, Roy et al. dat de focus te veel ligt op afzonderlijke componenten en niet op de volledige systemen.

Waldman en Kuec (2009) verwoorden identieke symptomen specifiek in een project ter verhoging van de energie-efficiëntie binnen KMO's. Energiemaatregelen bij KMO's worden gehinderd door een gebrek aan tijd of een lage prioriteit, door een gebrek aan middelen (kapitaal en personeel), door een niet-overtuigende investeringscasus. Ze liggen dikwijls veraf van de kernactiviteit. Een aanvaardbare terugverdientijd bij KMO's, maar zelfs bij grote energiegebruikers, voor investeringen die niet tot de kernactiviteit behoren, zoals energie-investeringen, kan dikwijls afgetoet worden op slechts enkele jaren, soms niet langer dan een jaar.

Procesmaatregelen met een grote impact op zowel het energiegebruik als het proces zelf, vereisen eveneens een tweevoudige kennis van het proces en de procestechnologie enerzijds en van het energiegebruik en hierbij interessante technieken anderzijds, zo niet is uitval van processen of een verlaagde kwaliteit van de producten mogelijk en zullen dergelijke maatregelen geen doorvoering vinden. Anderzijds bevinden vele voorname technologieën zich nog in een fase van fundamenteel onderzoek of vereisen ze nu verder toegepast onderzoek om industriële inzet mogelijk maken. Maatregelen inzake procesintensificatie als voorbeeld situeren zich in al deze gestelde fasen en ondervinden verschillende barrières (Creative Energy 2007):

- een onvoldoende kennis van procesintensificatie bij procestechnologen,
- een gebrek aan pilootfaciliteiten en piloottoepassingen in bestaande productievestigingen,
- een hoog technisch en financieel risico bij de ontwikkeling van de eerste industriële prototypes,
- een hoog technisch en financieel risico bij de inzet van procesintensificatie in bestaande productievestigingen,
- onvoldoende bewustzijn van de potentiële voordelen op managementniveau,
- huidige procescontrolesystemen zijn niet intelligent genoeg voor procesintensificatie,
- een analyse van de volledige productketen is nodig om de voordelen ten gronde te benutten.

Soortgelijke hindernissen worden weergegeven voor andere sectoren door Croezen en Korteland (2010).

#### **4.2.3.5. Stimuleren van sectoroverkoepelende en sectorspecifieke maatregelen**

Bedrijven hebben een stabiel en transparant overheidsbeleid nodig dat de reductie van broeikasgasemissies stimuleert, ondersteunt en/of verplicht (Bernstein, Roy et al. 2007). Vele ideeën circuleren om energie- en emissie maatregelen te stimuleren. McKinsey & Company (2009b) stelt voor nieuwe convenanten met de industrie te onderhandelen waarbij

- een vaste jaarlijkse reductie vastgelegd voor lange termijn te verkiezen is boven een vergelijking met de meest energieperformante sectorgenoten,



- een ketenaanpak waarin efficiëntieverbeteringen niet alleen in het eigen bedrijf maar tevens in de gehele waardeketen ook kunnen meetellen,
- ook het grondstoffenverbruik aandacht dient te krijgen.

Het ondersteunen van energie- en emissie maatregelen voor KMO's gebeurt volgens McKinsey (2009b) best

- door diezelfde ketenaanpak in de convenanten met de grote verbruikers, waarbij die ook KMO's kunnen betrekken;
- door middel van financiële incentives zoals belastingsverlagingen, leningen met lage tot onbestaande interest, en garanties voor het verkrijgen van leningen voor energie-investeringen;
- door audits en consultingdiensten te ondersteunen;
- door het opzetten van informatieprogramma's
  - door labeling van producten en diensten,
  - door kennis te verzamelen en ter beschikking te stellen,
  - door lerende netwerken te ondersteunen.

Waldman en Kuec (2009) stellen voor om voor KMO's eerder de focus te leggen op de mensen en minder op de technologieën: de juiste informatie naar de juiste mensen en op het juiste tijdstip, alsook het proactief informatie geven. Energiedata dienen inzichtelijk gemaakt te worden. Zogenaamde energiedienstverleners zouden de inspanningen en het kapitaal voor KMO's in hun plaats kunnen opbrengen.

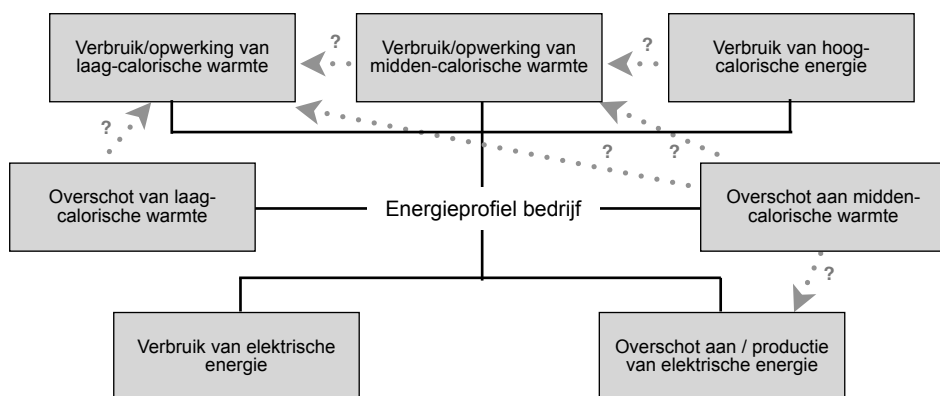
Volgens Cooremans (2008) missen energiemaatregelen een strategische waarde en wordt energie te veel als louter een kost en niet als risico aanzien. Bedrijven zijn zich te weinig bewust van de kwetsbaarheid van het energiesysteem en de mogelijke instabiliteit die dreigt, door klimaatverandering, milieuvervuiling en onzekerheid inzake energiebevoorrading. Gezien de betrouwbaarheid van de elektriciteitsbevoorrading in Vlaanderen erg hoog ligt, is een gewenning opgetreden aan een overvloedige beschikbaarheid aan energie. Cooremans' resultaten leiden ertoe toe te stellen dat de kwetsbaarheid van het systeem duidelijker moet worden vooraleer de strategische waarde ervan eveneens duidelijker wordt. Alsdan zullen bedrijven een veel sterkere incentive hebben om energiemaatregelen, zoals energiebesparing maar ook lokale zelfproductie van energie op starten. Energie wordt dan immers cruciaal voor het bedrijf, niet langer een kostprijs. Verschillen tussen bedrijven met meer energie zekerheid en bedrijven met minder energie zekerheid, zijn ook duidelijker zichtbaar dan tussen bedrijven met beperkte verschillen in energiekost. Dit ligt veeleer in lijn met de transitietheorie, waarbij een verstoring van het systeem nodig is om werkelijke doorbraken te genereren. In transitie management kan het zelfs nodig zijn verstoring bewust op te zoeken (Paredis 2009).

Het zou in dit kader te ver leiden de vele mogelijke incentives en strategieën voor een meer doordrongen omschakelen van de industrie, de economie en de maatschappij uiteen te zetten. Hierin zal ook de rol niet liggen van bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders. Immers, zaken dienen dan aan bod te komen als publieke en private investeringen in onderzoek en ontwikkeling (zie bijvoorbeeld (Albrecht 2010)), kennisdisseminatie van specifieke energie- en procesmaatregelen (zie bijvoorbeeld (Creative Energy 2007)), aangepaste belastingssystemen (zie bijvoorbeeld (De Bruyn 2010)), enz.

#### **4.2.3.6. Potentiële maatregelen door bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders voor rationeel energiegebruik in de bedrijfsactiviteit**

Bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders die de toegevoegde waarde van het bedrijventerrein wensen te verbeteren in het licht van een verhoogde energie- en emissieprestatie van de bedrijven, zullen zich focussen op mogelijke maatregelen binnen het lokale ruimtelijke schaalniveau. Gezien de grote diversiteit aan bedrijfstakken en bedrijven die op een bedrijventerrein

aanwezig is, alsook de voornamelijke bevolking door KMO's (Lambert en Boons 2002), en gezien de eerder persoonlijke en ondersteunende rol die nodig is met betrekking tot KMO's, kan een voorname rol weggelegd zijn voor bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders inzake de ondersteuning van KMO's in het nemen van sectoroverkoepelende energie- en emissie maatregelen. Uit bovenstaande blijkt dat hierin veel kansen blijven liggen en nog een sterke reductie van het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissies open liggen. Onder meer kan er gedacht worden aan de ondersteuning en stimulering van de toepassing van efficiënte machines en apparatuur bij nieuwbouw of grondige wijzigingen aan installaties, van het hergebruik van restwarmte en restkracht, en van energiemanagement en energiebenchmarking. Bedrijvenverenigingen en terreinbeheerders zouden lerende netwerken kunnen ondersteunen en er in participeren. Ze kunnen kennis verzamelen en aan de bedrijven doorgeven, richtlijnen opstellen, etc. Bedrijventerreinbeheerders kunnen eveneens audits uitvoeren bij bedrijven en potentiële energiemaatregelen detecteren. Processen worden hierbij gescreend op energie-efficiëntie, en ingaande en uitgaande energiestromen worden geanalyseerd. Op die manier kan gekeken worden of residuele exergiestromen al dan niet kunnen hergebruikt worden. Het warmteprofiel van een bedrijf wordt immers getypeerd door een combinatie van volgende energiegebruikstypes: enerzijds naar direct en/of (potentieel) indirect (via opwerking met warmtepomp) verbruik van laag-calorische warmte (< 100 °C), direct en/of (potentieel) indirect verbruik van midden-calorische warmte (> 100 °C - < 400 °C), verbruik van hoog-calorische energie (> 400 °C); anderzijds naar restwarmteprofiel in een overschot aan laag-calorische warmte en een overschot aan midden-calorische warmte. Het totale energieprofiel van een bedrijf neemt zeker bijkomend de ingaande en uitgaande elektrische energie mee (zie Figuur 4.13).



*Figuur 4.13: Het energieprofiel van een bedrijf is een combinatie van één of meerdere ingaande en uitgaande thermische en elektrische energiestromen*

Aro (2009) maakte in het licht van een aanpak op lokaal niveau een classificatie op van bedrijven naargelang hun energiegebruik (zie Tabellen 4.4 en 4.5). Hij verdeelde industriële bedrijven in gebouwenergiegebruikers, proceswarmteverbruikers, proceselektriciteitsverbruikers en directe verbrandinggebruikers. Aro stelt dat lokale entiteiten specifieke maatregelen kunnen uitwerken met betrekking tot elk van deze energiegebruikstypes. Binnen eenzelfde type kunnen dan meerdere bedrijven uit diverse bedrijfstakken aangesproken worden.

Uit de kwalificatie van de industriële bedrijfstakken door Aro volgt echter ook dat bedrijven binnen de bedrijfstakken geen eenduidig profiel hebben. Het energieprofiel kan variëren volgens de grootte van het bedrijf, de concrete activiteit/processen en de ingezette technieken. Tevens is duidelijk dat bedrijven meer dan één type energiegebruik tegelijk kunnen kennen. Bijgevolg is het nodig zo veel als mogelijk de energie-acties af te stemmen op het specifieke bedrijf, mede in navolging van Waldman en Kuec (2009).

*Tabel 4.4: Classificatie van bedrijven in energiegebruikstypes (Aro 2009)*

Type energie-gebruik	Beschrijving	Voorbeelden
Gebouw-energie-gebruikers	Beperkt elektriciteits- en warmteverbruik in het productieproces. HVAC (heating, ventilation, airconditioning) en verlichting zijn de belangrijkste verbruiksposten.	Assemblage, productie van apparaten en machines zijn typische activiteiten. Algemeen vallen hieronder bedrijfstakken die als niet-energie-intensief beschouwd worden. Bedrijven in volgende bedrijfstakken: NACE 2002: 17-22, 24-36 en niet-industriële sectoren
Significante elektriciteits-verbruikers voor productie-processen	Elektriciteitsverbruik in productieprocessen is duidelijk groter dan het elektriciteitsverbruik van het gebouw.	Typische bedrijfstakken hieronder zijn pulp en papier, metaalproductie, rubber en kunststoffen en glasproductie. Bedrijven in volgende bedrijfstakken: NACE 2002: 15, 17-22, 24-29, 34-36
Significante warmte-verbruikers voor productie-processen	Warmteverbruik in productieprocessen is duidelijk groter dan de gebouwverwarming. Hier wordt het warmteverbruik bedoeld dat toegevoerd wordt naar de processen via water-, stoom- en olievoerende leidingen.	Typische bedrijfstakken hieronder zijn pulp en papier, voeding en dranken, deel van de textiel, chemie, rubber en kunststoffen. Bedrijven in volgende bedrijfstakken: NACE 2002: 15, 17-22, 24-29, 34-36
Significante warmte-verbruikers via directe verbranding	De producten worden verwarmd door vlam of verbrandingsgassen.	Typische activiteiten hieronder zijn productie van bouwmaterialen (cement, kalk, glas, baksteen), bakkerijen, metaalproductie. Bedrijven in volgende bedrijfstakken: NACE 2002: 15, 17, 21-22, 24, 26-29

*Tabel 4.5: Classificatie van verschillende sectoren naar hun energiegebruik (Lutsch en Witterhold 2005; Aro 2009)*

NACE 2002	Bedrijfstak binnen industriële sector	Gebouw-energie-gebruikers	Significante elektriciteits-verbruikers voor productieprocessen	Significante warmte-verbruikers voor productie-processen (water, stoom, olie)	Significante warmte-verbruikers via directe verbranding
15	Vervaardiging van voedingsmiddelen en dranken		Elektrische ovens Koelen Malen Mixer Concentreren Pompen	Koken Wassen Steriliseren Pasteuriseren Drogen Kaasproductie	Bakken
17	Vervaardiging van textiel	Typische gebouwenergie-gebruikers	Drogen Productiemachines	Kleuren Drogen Productie van speciaal textiel	Drogen (inzet van directe verbranding hiervoor neemt af)
18	Vervaardiging van kleding en bontnijverheid	Typische gebouwenergie-gebruikers	Machines en apparaten	Stoom voor persen	
19	Leernijverheid en vervaardiging van schoeisel	Typische gebouwenergie-gebruikers	Drogen	Verwarming van water tot lage temperatuur Drogen van leer	
20	Houtindustrie en vervaardiging van artikelen van hout en van kurk, exclusief meubelen; vervaardiging van artikelen van riet en vlechtwerk (geen meubels)	Typische gebouwenergie-gebruikers Niet alle gebouwen verwarmd	Verwerking van hout Drogen Verwijdering van zaagsel	Drogen	

NACE 2002	Bedrijfstak binnen industriële sector	Gebouw- energie- gebruikers	Significante elektriciteits- verbruikers voor productieprocessen	Significante warmte- verbruikers voor productie- processen (water, stoom, olie)	Significante warmte- verbruikers via directe verbranding
21	Vervaardiging van pulp, papier en papierwaren	Sommige voorbehan- delingsbedrijven zijn gebouwenenergie- gebruikers	Verwerking van hout Malen Pulp- en papiermachines Drogen Pompen	Drogen Water- verwarming Pulpproductie	Drogen
22	Uitgeverijen, drukkerijen en reproductie van opgenomen media	Kleine bedrijven zijn typische gebouwenenergie- gebruikers	Drukpersen Drogen	Drogen	Drogen
24	Vervaardiging van chemische producten	Kleine bedrijven zijn typische gebouwenenergie- gebruikers	Pompen Ventilatoren Over- en onderdruk Verwarmen Koelen Drogen	Proces- verwarming Drogen	Drogen
25	Vervaardiging van rubber en kunststof	Kleine bedrijven zijn typische gebouwenenergie- gebruikers	Extruderen en smelten Proceskoeling vooral in de zomer	Proces- verwarming	
26	Vervaardiging van overige niet- metaalhoudende minerale producten (glas, aardewerk, cement-, kalk- en gipsproducten)	Kleine bedrijven zijn typische gebouwenenergie- gebruikers	Raffineren Malen Pompen Thermische behandeling Smelten	Water- verwarming Thermische behandeling	Verbranden Smelten Thermische behandeling
27	Vervaardiging van metalen in primaire vorm		Smelten Thermische behandeling	Verwarming Reactors	Smelten Thermische behandeling
28	Vervaardiging van producten van metaal (geen machines en transportmiddelen)	Sommige bedrijven zijn gebouwenenergie- gebruikers	Oppervlakte- behandeling Thermische behandeling Verwerking en vormgeving Lassen	Drogen	Thermische behandeling
29	Vervaardiging van machines, apparaten en werktuigen, n.e.g.	Sommige bedrijven zijn gebouwenenergie- gebruikers	Oppervlakte- behandeling Thermische behandeling Vormgeving Lassen	Drogen	Thermische behandeling
30 en 31	Vervaardiging van kantoormachines en computers, elektrische machines en apparaten, n.e.g.	Typische gebouwenenergie- gebruikers			
32	Vervaardiging van audio-, video- en telecommunicatieappara- tuur	Typische gebouwenenergie- gebruikers			
33	Vervaardiging van medische apparatuur en instrumenten, van precisie- en optische instrumenten en van uurwerken	Typische gebouwenenergie- gebruikers			
34 en 35	Vervaardiging en assemblage van auto's, aanhangwagens en opleggers, overige transportmiddelen	Sommige bedrijven zijn gebouwenenergie- gebruikers	Oppervlakte- behandeling Lassen	Oppervlakte- behandeling	

NACE 2002	Bedrijfstak binnen industriële sector	Gebouw-energie-gebruikers	Significante elektriciteits-verbruikers voor productieprocessen	Significante warmte-verbruikers voor productie-processen (water, stoom, olie)	Significante warmte-verbruikers via directe verbranding
36	Vervaardiging van meubels; overige industrie	Sommige bedrijven zijn gebouwenergie-gebruikers	Drogen Oppervlakte-behandeling Productiemachines	Drogen Oppervlakte-behandeling	

## 4.2.4. Hernieuwbare energie

De tweede pijler van de trias energetica-strategie betreft het gebruik van hernieuwbare energie. Dergelijke energie kan ofwel zelf geproduceerd (eigenlijk getransformeerd) worden, ofwel aangekocht worden.

### 4.2.4.1. Definitie hernieuwbare energie

Onder hernieuwbare energie wordt energie opgewekt met behulp van hernieuwbare energiebronnen verstaan. In het Elektriciteitsdecreet (Vlaamse Regering 2000) zijn deze hernieuwbare energiebronnen alle andere energiebronnen dan fossiele brandstoffen of kernsplijting die op een duurzame wijze kunnen worden ingezet (Art. 2 15°). Het concept duurzaamheid hierbij wordt vaak geassocieerd met energiebronnen die (nagenoeg<sup>11</sup>) onuitputtelijk zijn en het achterwege blijven van broeikasgasemissies of andere schadelijke afvalstoffen. De federale Elektriciteitswet (Ministerie van Economische Zaken 1999) is hierin specifiek en definieert hernieuwbare energiebronnen als alle andere energiebronnen dan fossiele brandstoffen en kernsplijting, inzonderheid hydraulische energie, windenergie, zonne-energie, biogas, organische producten en afvalstoffen van de land- en bosbouw, en huishoudelijke afvalstoffen (Art. 2 4°). Het Energiedecreet (Vlaamse Regering 2009a) vangt de onduidelijkheid in Vlaanderen op en verruimt ook naar warmte toe, door de Europese definitie uit Richtlijn 2003/54/EG (Europees Parlement en de Raad 2004) over te nemen, als *hernieuwbare niet-fossiele en niet-nucleaire energiebronnen, met name wind, zon, geothermische warmte, golfslag, getij, waterkracht, biomassa, stortgas, gas van rioolwaterzuiveringsinstallaties en biogas* (Art. 1.1.3. 65°). Groene stroom en groene warmte zijn specifieke vormen van hernieuwbare energie (Art. 1.1.3. 58° en 59°).

Wanneer energie wordt opgewekt door de verbranding van aardolie, aardgas of steenkool spreken we niet van duurzame/groene/hernieuwbare energie omdat er geen onuitputbare reserves aardolie, aardgas en steenkool zijn en omdat bij verbranding broeikasgasemissies plaatsvinden. Beide argumenten vervallen indien het tempo van het verbruik, het tempo van de natuurlijke aanwas niet zou overschrijden (Lowenthal en Kastenbergh 1998); dit is het geval bij de verbranding van biomassa indien uiteraard het volume biomassa opnieuw kan groeien zodat de broeikasgasemissies weer kunnen opgenomen worden. Ook kernenergie is (op vandaag) geen duurzame energiebron: de voorraad kernbrandstof is eveneens eindig en na gebruik van de kernbrandstof blijft radioactief afval voor miljoenen jaren achter (De Vos 2005). Wat de status van restwarmte en restkracht is, is op heden onduidelijk. Zeker is echter dat een desbetreffende definitie zou moeten gekoppeld zijn aan de efficiënte inzet van exergie.

#### 4.2.4.1.1. Garantie van oorsprong voor elektriciteit

Groene stroom wordt in Europa onderscheiden van grijze stroom door een garantie van oorsprong (GvO) van hernieuwbare energie. In het besluit van de Vlaamse Regering van 5 maart 2004 inzake de bevordering van elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen (Vlaamse Regering 2004) wordt de garantie van oorsprong gedefinieerd als een bewijsstuk om aan te tonen dat een aan eindafnemers geleverde hoeveelheid elektriciteit afkomstig is uit hernieuwbare energiebronnen (Art. 1 §2 14°). Het Energiedecreet (Vlaamse Regering 2009a) bevestigt deze definitie, tezamen met de mogelijke garantie van oorsprong voor elektriciteit uit warmtekrachtcentrales (ook wel blauwe stroom

genoemd): *uniek bewijsstuk dat aantoon dat een bepaalde hoeveelheid elektriciteit werd opgewekt uit hernieuwbare energiebronnen of kwalitatieve warmtekraftkoppeling* (Art. 1.1.3. 53°). Deze definities vinden hun oorsprong in de Europese Richtlijnen 2003/54/EG (Europees Parlement en de Raad 2004) en 2009/28/EG (Europees Parlement en de Raad 2009b) voor de bevordering van hernieuwbare energie en de verplicht de lidstaten hernieuwbare energie te kenmerken op de markt (op vrijwillige aanvraag van de energieproducent). Richtlijn 2009/28/EG stelt de garantie van oorsprong gelijk aan een elektronisch document dat uitsluitend tot doel heeft de eindafnemer aan te tonen dat een bepaald aandeel of een bepaalde hoeveelheid energie geproduceerd is op basis van hernieuwbare bronnen.

De garantie van oorsprong voor hernieuwbare energie is de vertaling is van de Garantie of Origin Renewable Energy (RES-GO). De tegenhanger voor de elektriciteit uit warmtekraftcentrales is de Garantie of Origin Combined Heat Power (CHP-GO). Vlaanderen is voor haar systeem van de GvO aangesloten bij de Association of Issuing Bodies, een instantie dewelke het werkend systeem heeft opgesteld voor landen of regio's, waarvan 9 EU-lidstaten plus Noorwegen lid zijn en GvO's uitreiken. GvO's uitgereikt in één van deze aangesloten landen kunnen eveneens als bewijsstuk gelden in andere aangesloten landen die GvO's uitreiken (Association of Issuing Bodies 2009). De EU stelt bovendien dat garanties van oorsprong uitgereikt in een EU-lidstaat in principe erkend dienen te worden in andere lidstaten (Art 15 lid 9 (Europees Parlement en de Raad 2009b)).

Garanties van oorsprong voor hernieuwbare energie worden toegekend aan elektriciteitsproducenten, per MWh netto geproduceerde elektriciteit afkomstig uit hernieuwbare energiebronnen (Association of Issuing Bodies 2009). De energieproducent kan de GvO samen met zijn groene stroom verkopen of gescheiden daarvan. Energieleveranciers die groene stroom leveren aan klanten dienen wel in het bezit te zijn van voldoende garanties van oorsprong, zo niet kan hun geleverde stroom niet gekarakteriseerd worden als groene stroom. Energieleveranciers kunnen daartoe eveneens groene stroom aankopen samen met voldoende garanties van oorsprong, of kunnen stroom en voldoende garanties van oorsprong apart aankopen. Per garantie van oorsprong bekomt de afnemer het bewijs dat ergens één MWh aan hoeveelheid elektrische energie is opgewekt op basis van hernieuwbare energiebronnen en dat deze niet door iemand anders bewust is opgebruikt. Zodra de afnemer een garantie van oorsprong indient als bewijs van verbruik van groene stroom, wordt het bewijs erkend en vernietigd zodat het geen tweemaal als bewijs kan dienen. De afnemer heeft in feite de producent van groene stroom ondersteund om die groene en geen grijze stroom te produceren en aan het elektriciteitsnet te leveren tot nut van anderen.

#### **4.2.4.1.2. Groenestroomcertificaat**

Garanties van oorsprong voor elektriciteit verschillen van de groenestroomcertificaten die de VREG uitreikt. Een groenestroomcertificaat is een uniek, verhandelbaar en overdraagbaar immaterieel goed dat aantoon dat een bepaalde productie-installatie in een bepaalde periode 1 000 kWh elektriciteit heeft opgewekt uit hernieuwbare energiebronnen (Art. 1.1.3 60° (Vlaamse Regering 2009a)). Het groenestroomcertificaat geldt als bewijs voor elke MWh geproduceerde groene stroom in Vlaanderen, terwijl een garantie van oorsprong wordt uitgereikt als bewijs van groene stroom geleverd aan het elektriciteitsnet.

Het groenestroomcertificaat is in het leven geroepen door de Vlaamse Regering om energieleveranciers te verplichten een minimum hoeveelheid in Vlaanderen geproduceerde groene stroom te leveren aan eindafnemers (minimum 13% tegen 2020). Voldoen zij hier niet aan, dan volgt een boete (€125 per certificaat, incl. btw). Groenestroomcertificaten kunnen eveneens verhandeld worden en door de invoering van een boete bij een tekort aan certificaten voor een leverancier wordt een marktprijs gecreëerd, dewelke veel hoger ligt dan voor een garantie van oorsprong: relatief stabiel rond de €100 per certificaat, i.p.v. €0,3 à €1,5 per garantie (excl. btw) (Association of Issuing Bodies 2009; VREG 2010). Groenestroomcertificaten dienen dus tevens als financiële ondersteuning voor de producent voor de productie van groene stroom, ook voor bedrijven die voorzien in hun eigen groene stroom of groene stroom in het net injecteren. Bovendien garandeert de Vlaamse Overheid een minimumwaarde voor de groenestroomcertificaten afhankelijk van de techniek waarmee de groene

stroom wordt opgewekt, te betalen door de netbeheerders. Groenestroomcertificaten vormen voor de producent van groene stroom een subsidie.

Garanties van oorsprong worden in Vlaanderen steeds gekoppeld uitgegeven. Er zijn bijgevolg twee types groenestroomcertificaten: één met een garantie van oorsprong aan gehecht wanneer de producent de groene stroom niet zelf verbruikt maar aan het elektriciteitsnet levert, en één met een 'geannuleerde' garantie van oorsprong - aangeduid als "ter plaatse gebruikt" - voor de groene stroom die de producent produceert maar niet op het officiële elektriciteitsnet plaatst ((Vlaamse Regering 2004) Art. 13). Door de lage waarde voor garanties van oorsprong verschillen de gemiddelde marktprijzen voor beide types niet van elkaar (VREG 2010). Ook de gegarandeerde minimumwaarde maakt hier geen onderscheid in.

Tot op heden bestaat er nog geen equivalent voor de opwekking van groene warmte, waardoor groene warmteprojecten veel minder gesteund worden. Hierdoor kan ook de productie van groene stroom in bepaalde gevallen hoewel energetisch minder efficiënt toch verkozen worden. De definitie voor een 'groenewarmtecertificaat' werd wel reeds opgenomen in het Energiedecreet.

#### 4.2.4.2. Aankoop van groene stroom

Groene stroom kan bijgevolg aangekocht worden op twee manieren: door de directe aankoop van groene stroom van een elektriciteitsleverancier, of door de aankoop van een hoeveelheid stroom enerzijds en een overeenkomstige hoeveelheid garanties van oorsprong voor hernieuwbare energie anderzijds. Energieleveranciers kunnen bijgevolg zelf groene stroom produceren, of ook groene stroom aankopen (t.t.z. stroom plus garantie van oorsprong van dezelfde aanbieder), of stroom en voldoende garanties van oorsprong apart aankopen. De VREG controleert of elektriciteitsleveranciers voldoende garanties van oorsprong annuleren - aanduiden als "verbruikt" voor de kwantiteit aan groene stroom die zij beweren te verkopen. De VREG biedt de mogelijkheid aan het groenpercentage te controleren van de elektriciteit die geleverd wordt op een zeker afnamepunt van het elektriciteitsnet (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009).

De kostprijs van de groene stroom is afhankelijk van de leverancier. Groene stroom wordt op heden vrijgesteld van een deel van de federale taksen ten opzichte van grijze stroom (Vermeir 2010) – de denuclearisatietoelag<sup>12</sup> en de Kyoto-toelag<sup>13</sup> – samen goed voor 1,3032 euro/MWh (bedrag voor de periode 1/1/09-30/6/09) – terwijl de marktprijs voor garanties van oorsprong afkomstig van waterkrachtcentrales beneden 0,5 euro/MWh lag voor die zelfde periode (Association of Issuing Bodies 2009; CREG 2009).

#### 4.2.4.3. Productie van groene stroom en warmte

Duurzame energieopwekking biedt een grote variatie in opwekvermogen – van enkele kilowatt tot vele megawatt – en kan decentraal in het eigen bedrijf of op het bedrijventerrein ingezet worden. In onderstaande wordt een overzicht geboden van de meeste duurzame energietechnologieën die toepasbaar zijn op Vlaamse bedrijventerreinen (niet-exhaustief), waarbij er aandacht is voor het type energie dat ze leveren (elektriciteit of warmte), de courante technieken/toepassingen en een aantal technologische vooruitzichten.

Voor de duurzame energie-installaties die elektriciteit leveren, dient er rekening gehouden te worden met de voorwaarden en regelingen met betrekking tot de netkoppeling van elektrische productie-installaties. Voor warmte-toepassingen is het temperatuurniveau en het warmteprofiel steeds van belang. Het is eveneens van belang bij opzet van een installatie de nodige Vlaamse en federale vergunningen voor de energiesystemen mee te nemen, zoals eventuele milieuvergunning, eventuele stedenbouwkundige vergunning, eventueel voor de aanleg van een directe lijn, eventuele productievergunning (voor elektriciteitscentrale met groter vermogen), en bij levering van elektriciteit ook de leveringsvergunning.

##### 4.2.4.3.1. Fotovoltaïsche zonnepanelen

Fotovoltaïsche zonnepanelen produceren elektriciteit uit het zonlicht door middel van een foto-voltaïsch effect van halfgeleiders (De Vos 2005). Onder de courant geplaatste zonnepanelen, bestaan

er verschillende types: monokristallijne silicium zonnepanelen, polykristallijne silicium zonnepanelen, amorf silicium zonnepanelen en amorf silicium dakrollen (Bouwkroniek 2010). Afhankelijk van de draagkracht, oriëntatie, helling en oppervlakte van het dak (of grond of nog andere constructie) zal een of ander type systeem de voorkeur genieten. Andere systemen zijn buismodules, maar ook andere halfgeleiders zoals galliumarsenide, cadmiumtelluride, koperindiumselenide, koperindiumgalliumselenide, etc. (De Vos 2005) - zie ook Elsevier Solar Energy Materials and Solar Cells. Ook zijn er panelen die bijkomend warm water opwekken door koeling van de panelen (Staff 2010).

Er wordt gezocht naar systemen die per eenheid van oppervlakte van een paneel en van een dak een grotere opbrengst kunnen realiseren. Voortdurend worden grotere energierendementen opgetekend, nieuwe plaatsingsmethoden aangeboden, nieuwe vormen van zonnecellen op de markt gebracht, nieuwe materialen ontwikkeld, nieuwe productiemethoden uitgevonden, nieuwe toepassingsgebieden bedacht, enz. Zonnecellen komen niet alleen meer op daken of het maaiveld terecht, maar worden ook verwerkt in glas, in muren, in auto's, in elektrische apparatuur, in kledij, etc. (zie bijvoorbeeld (Sirris 2011)).

In 2009 werd volgens een conservatieve schatting van de VREG voor ongeveer €1 miljard geïnvesteerd in zonnepanelen. Bedrijven namen daarvan veruit het grootste aandeel op. De prijs van de zonnepanelen halveerde bijna, mede door de financiële en economische crisis, van €6000 per kW piekvermogen begin 2009 naar €3500 per kWp eind 2009 (De Standaard 2009).

#### **4.2.4.3.2. Grote en middelgrote windturbines**

De ontginning van windenergie is één van de klimaatvriendelijkste systemen voor de opwekking van elektriciteit. Windturbines zijn nog steeds in volle ontwikkeling, al betreft het toch een zeer volwassen techniek. Windmolens kunnen zowel op land als op water worden geplaatst. De kust en eveneens Vlaanderen beschikt bovendien over een uitstekend windaanbod, vooral de provincies West- en Oost-Vlaanderen met respectievelijk 33% en 22% van het Vlaamse windpotentieel (berekend op basis van (Cabooter, Dewilde et al. 2008)).

De ruimtelijke impact van grote turbines is echter groot. Windturbines zijn makkelijk van 5 km ver te zien bij helder weer, de tiphoogte reikt bij de grootste windturbines in Vlaanderen tot 150 m hoog. Hun inplanting dient bijgevolg met de ruimtelijke structuur van de omgeving en vooral met de beleving door waarnemers rekening te houden, zodat ze kunnen aanzien worden als een interessante toevoeging aan het landschap. Dit kan betekenen dat de inplanting in plattegrond er chaotischer uitziet maar aan waarnemers wel een herkenbare beleving biedt. Windturbines bieden met andere woorden een extra dimensie voor landschappelijk ontwerp en architectuur (Schöne 2007). Ze worden tevens alsmaar sierlijker met aërodynamische vormen maar ook puur architectonische toevoegingen. Toch kunnen inplantingsvoorstellen botsen op de weerstand van lokale bevolking. De impact op het landschap is meestal groot en onomkeerbaar voor de eerste 15 jaar. Een annulatie van een project biedt dan ook de minste kans op een verlelijking van het landschap. Een goed stedenbouwkundig ontwerp en een goede communicatie kan daarom niet voldoende benadrukt worden. Tevens groeit er een grotere aanvaarding en verbondenheid indien de lokale bevolking en bedrijven mee van de voordelen van de lokale energieproductie kunnen genieten.

Eveneens zijn er technische inplantingsvoorschriften die nageleefd dienen te worden. Om de energieopbrengst te maximaliseren en turbulenties op de wieken te minimaliseren, staan windturbines best 4 à 5 maal de rotordiameter van elkaar verwijderd indien ze naast elkaar opgesteld staan ten opzichte van de hoofdwindrichting, en 7 à 8 maal de rotordiameter indien achter elkaar geplaatst (afstand tussen masten) (De Vos 2005). Ook dient lokaal de eventuele impact van slagschaduw, geluid en veiligheid bestudeerd te worden en de precieze inplanting daarvoor aangepast te worden.

De Vlaamse Overheid deelt windturbines in in volgende klassen: kleine windturbines hebben een ashoogte tot 15 m; middelgrote windturbines hebben een ashoogte groter dan 15 m en een vermogen tot 300kW; grote windturbines tenslotte hebben een ashoogte groter dan 15 m en een vermogen groter dan 300 kW. Het beleidskader voor de inplanting van middelgrote en grote windturbines in Vlaanderen is uitgewerkt in de Omzendbrief EME 2006/01 - RO 2006/02 van 12 mei



2006 "Afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines" en de Omzendbrief LNE 2009/01 - RO 2009/01 van 30 april 2009 "Beoordelingskader voor de inplanting van kleine en middelgrote windturbines". Deze omzendbrieven hebben evenwel geen verordenend karakter en creëren bijgevolg geen nieuwe en dwingende rechtsregels. Ze kunnen enkel als aanbevelingen gezien worden (Vermeir 2010).

#### 4.2.4.3.3. *Kleine windturbines*

De technologie van kleine windturbines (urban wind turbine of UWT) is in volle evolutie. Met hoge snelheid worden nieuwe werkingsprincipes voorgesteld en bestaande concepten geoptimaliseerd. Er bestaan evenbeelden van de traditionele grote 3-wiekers en 2-wiekers, maar ook turbines met verticale as, wielvormige en bolvormige types, zelfs windsnaren.

Het plaatsen van een kleine windturbine is echter niet eenvoudig door de sterke impact van de zeer lokale windcondities op de energieopbrengst en op de duurzaamheid van de turbines. Het hangt van de specifieke windcondities af welk type turbine best wordt ingezet. Een aantal turbineconcepten zijn nog onvoldoende matuur. Bovendien is de informatievoorziening over de turbines te beperkt. De technische data waren anno 2007, op enkele na, niet door een onafhankelijke instelling getoetst. Ook het normatieve kader ten aanzien van ontwerpeisen, geluidsmeting, vermogenprestaties en certificering blijkt nog te ontbreken (Cace en Ter Horst 2007). Deze beperkingen betekenen geenszins dat de investering in een kleine windturbine geen interessante investering kan zijn. Een gespecialiseerde en correcte ondersteuning is dan wel zeer belangrijk. Het beleidskader voor de inplanting van middelgrote en grote windturbines in Vlaanderen is uitgewerkt in de Omzendbrief LNE 2009/01 - RO 2009/01 van 30 april 2009 "Beoordelingskader voor de inplanting van kleine en middelgrote windturbines".

#### 4.2.4.3.4. *Biomassa*

In het besluit van de Vlaamse Regering van 19 november 2010 houdende algemene bepalingen over het energiebeleid wordt biomassa gedefinieerd als de biologisch afbreekbare fractie van producten, afvalstoffen en residuen van de landbouw met inbegrip van plantaardige en dierlijke stoffen, de bosbouw en aanverwante bedrijfstakken, alsook de biologisch afbreekbare fractie van industrieel en huishoudelijk afval (Art. 1.1.1 §2 9°). Voor de groei van de biomassa wordt evenveel CO<sub>2</sub> opgenomen als er vrijkomt uit de verbranding ervan (De Vos 2005). Of het gebruik van biomassa integraal CO<sub>2</sub>-neutraal kan bestempeld worden hangt echter af van de volledige keten: teelt, teeltgrond en oorspronkelijke gebruik, wijze van teeltklaar maken van teeltlocatie, transport, uitstoot van andere mogelijkheden voor energievoorziening en teelten op de teeltlocaties (CE Delft en DCMR Milieudienst Rijnmond 2007; Van de Vreede en Groot 2010). Biomassa is echter een complexer verhaal dan alleen CO<sub>2</sub>-emissies. Er zijn nog andere criteria die bepalen of het gebruik van biomassa in een bepaald geval al dan niet als duurzaam kan bestempeld worden (zie Kader 4.9).

##### **Kader 4.9: Duurzame biomassa**

Bij de inzet van biomassa dient echter wel op de duurzaamheid van de biomassa gelet te worden. Deze kan immers sterk variëren. Enkele criteria ter ondersteuning zijn (Gore 2009):

- De oogst van biomassa mag niet gepaard gaan met de vernietiging van oerbossen en de habitat van biodiversiteit die zij bieden.
- De uitstoot van CO<sub>2</sub> in de ontwikkeling van biomassa moet tot een minimum worden beperkt.
- Om de druk op voedselprijzen en additionele ontbossing te voorkomen, moeten niet-voedergewassen worden gebruikt.
- Het gebruik van water moet zowel kwalitatief als kwantitatief duurzaam zijn.

- De vruchtbaarheid van de aarde moet worden behouden en waar mogelijk worden verbeterd.
- Het sociale en economische welzijn van belanghebbenden in het proces dient te worden gerespecteerd en waar mogelijk te worden verbeterd.

In Nederland kwam een speciale projectgroep “Duurzame productie van biomassa” in 2006 met een voorstel tot 6 duurzaamheidscriteria voor de inzet van biomassa in energievoorziening, transport en chemie. Hierbij is er gelijkaardige aandacht voor de broeikasgasbalans; de concurrentie met voedsel, lokale energievoorziening, medicijnen en bouwmaterialen; de lokale welvaart; het lokale welzijn en de milieu-effecten. Verder stelt de projectgroep dat biomassa hoogwaardig dient te worden geproduceerd en ingezet. Onder dit laatste wordt verstaan een zo hoogwaardig mogelijk gebruik van biomassa en pas daarna laagwaardiger toepassingen (Projectgroep Duurzame productie van biomassa 2006). Een voorbeeld van een degelijke zogenaamde cascadering is het gebruik van hout eerst als bouw materiaal en het maximale hergebruik hierin, dan de inzet in houtspaanproducten en vervolgens in houtvezelproducten (met opnieuw maximaal hergebruik), daarna de omzetting tot biobrandstof of bij ongeschiktheid daartoe de verbranding in een vaste installatie voor de opwek van elektriciteit en warmte (CE Delft en DCMR Milieudienst Rijnmond 2007). Gelijkaardig is eerst de inzet als biogrondstof in chemie.

Biomassa kan onder vele vormen voorkomen: als speciaal voorbereid hout (pellets of briquettes bijvoorbeeld) of onvoorbereid hout (korte-omloophout, zaagsel, zaagstof, schaafsel, houtsnippers, kloofhout, industrieel afval bijvoorbeeld), als energiegewassen (maïs, suikerriet, palmolie, kokosnoot, koolzaad, pinda's, zonnebloem, sojabonen, olifantengras, vingergras), als voedselresten, als groenafval, als papierafval, als waterzuiveringslib, als mest, als akkerresidu's of andere organische resten. Het kan rechtstreeks verbrand worden voor de productie van warmte, mechanische energie of elektriciteit, maar ook omgezet worden tot gasvormige of vloeibare brandstof (Organisatie voor Duurzame Energie 2001; Gore 2009; European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling 2010). Op lange termijn wordt verwacht dat ook algenproductie kan leiden tot biomassa (Gore 2009). Zeeplanten (o.a. algen) zouden een 7 à 9 maal hoger omzettingsrendement kennen dan landplanten (o.a. maïs) (De Vos 2005).

Biomassa kan als energievoorziening op bedrijventerreinen ingezet worden voor de productie van warmte, van elektriciteit of een combinatie, zelfs voor koeling. Ketels en motoren op vaste, vloeibare en gasvormige brandstoffen kennen vermogens vanaf enkele kW tot vele MW's (European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling 2010). Bijkomend komt biomassa ook in aanmerking als grondstof in de bouwsector, in de chemische en farmaceutische industrie, als brandstof voor directe verbranding in productieprocessen, als transportbrandstof, etc. De capaciteit aan duurzaam geproduceerde biomassa is vooralsnog beperkt ten opzichte van het potentiële gebruik aan biomassa (Bergsma, Kampman et al. 2010; European Renewable Energy Council 2010). Bergsma, Kampman et al. (2010) raden daarom aan biomassa vooral in te zetten voor de opwekking van hoogwaardige warmte, voor lucht- en zeescheepvaart en als grondstof voor producten via bioraffinage.

#### 4.2.4.3.5. Zonnecollectoren

Zonnecollectoren capteren het invallende zonlicht en geven via een watervoerende en eventueel koelmiddelhoudende gesloten kring de warmte af aan een opslagvat. Er bestaan verschillende types van zonnecollectoren, bijvoorbeeld voor woningen: vlakke plaatcollectoren, vacuümcollectoren (plaat- of buisvormig) en geïntegreerde collectoren (opslagvat geïntegreerd in de

collector) (Organisatie voor Duurzame Energie 2007). De jaaropbrengst voor de productie van warm water hangt af van het type collector en de precieze oriëntatie van de collector, de opbouw van het systeem, maar ook van het verbruiksprofiel van het warme water. De dimensionering gebeurt dan ook op basis van het aftapprofiel. Voor de verwarming van de gebouwen wordt de zonneboiler sterk overgedimensioneerd. Naarmate men het gebouw beter isoleert, stijgt ook de opbrengst uit een zonneboiler (Organisatie voor Duurzame Energie 2007).

Ook voor bedrijfsprocessen kunnen zonnecollectoren ingezet worden bijvoorbeeld voor de voorverwarming van proceswater, wasprocessen, enz. (zie onderdeel 4.2.4.4.). De eigenschappen van het proces (continu proces, batch-proces, tijdsprofiel, temperatuur, druk,...) en de installaties zullen bepalend zijn voor de haalbare opbrengst en het type collector: vlakke plaatcollector, vacuümcollector, concentrerende collector of andere (European Solar Thermal Industry Federation 2006; Weiss 2007). Het potentieel in de EU zou liggen op ongeveer 3 à 4% van het industrieel warmteverbruik (Vannoni, Battisti et al. 2008).

#### 4.2.4.3.6. Warmtekrachtkoppeling

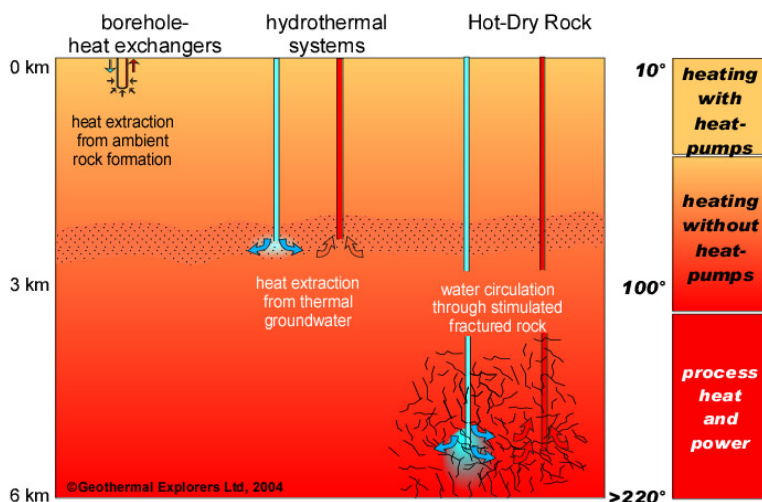
Warmtekrachtkoppeling (WKK) betekent de gelijktijdige opwekking van elektriciteit (kracht) en warmte, waarmee een primaire energiebesparing gerealiseerd kan worden (COGEN Vlaanderen 2006). Voorwaarde is natuurlijk dat de warmte ter plaatse of in de omgeving nuttig wordt aangewend. Met een WKK is het mogelijk elektriciteit op te wekken tot wanneer het warmtedragend medium is afgekoeld tot de nodige temperatuur. Bij achter elkaar geschakelde turbines bijvoorbeeld kan op verschillende punten warmte afgetapt worden. Op die manier wordt de beschikbare arbeid maximaal ingezet. Indien eveneens de elektriciteit ter plaatse wordt verbruikt, wordt een tweede maal primaire energie bespaard doordat de verliezen op het distributie- en eventueel transmissienet ook vermeden worden. De techniek kan toegepast worden in grote energiecentrales maar ook op individueel bedrijfsniveau: vermogens zijn beschikbaar in de MW-klasse maar ook vanaf enkele kW. WKK's kunnen werken op fossiele brandstoffen evenals op hernieuwbare energiebronnen als biomassa of biogas waardoor ze groene stroom en warmte leveren (COGEN Vlaanderen 2006).

Er bestaan verschillende technologieën dewelke specifieke toepassingsgebieden kennen (COGEN Vlaanderen 2006). Meest courant zijn de stoomturbine, de gasturbine, de stroom- en gasturbine en de inwendige verbrandingsmotor (Vangeel, Aernouts et al. 2010). Daarnaast staan een aantal nieuwere technologieën klaar voor marktdoorbraak: microgasturbines en Stirlingmotoren. Op langere termijn kunnen ook brandstofcellen ingezet worden voor WKK-toepassingen (COGEN Vlaanderen 2006). Het principe van warmtekrachtkoppeling kan verder uitgebreid worden door met een warmtepomp de restwarmte om te zetten in koude, trigeneratie genoemd (COGEN Vlaanderen 2006). Wanneer de warmtevraag in de zomerperiode afneemt, kan de WKK toch nog blijven draaien, en zijn warmte nuttig aanwenden om te voldoen aan de vraag naar koude.

Voor de ondersteuning van WKK's heeft de Vlaamse Regering een analoog systeem als voor de ondersteuning van de productie van groene stroom. Op basis van de primaire energiebesparing kunnen warmtekrachtcertificaten verkregen worden, weliswaar indien de installatie een minimum besparing realiseert (kwalitatieve warmtekrachtinstallatie) (zie hoofdstuk 2 Warmtekrachtcertificaten (Vlaamse Regering 2010)). Bij gebruik van hernieuwbare energie kunnen bovenop groenestroomcertificaten verkregen worden.

#### 4.2.4.3.7. Geothermie

Bij geothermie wordt warmte onttrokken aan de ondergrond of erin gebufferd (zie Figuur 4.14). In geval van diepe geothermie (dieper dan 400 à 500 m) wordt warmte onttrokken die aangevoerd wordt door de interne warmteflux vanuit de kern van de aarde. In geval van ondiepe geothermie daarentegen wordt de bodem op een constante temperatuur gehouden door het klimaat (Dreesen en Laenen 2010). Geothermische energie is overal beschikbaar, en op elk ogenblik aanspreekbaar (European Renewable Energy Council 2010). De energiestroom kan als hernieuwbaar worden aanzien indien het geëxtraheerd vermogen beperkt blijft, zodat de temperatuur van de ondergrond niet systematisch afgekoeld wordt (Dreesen en Laenen 2010)<sup>14</sup>. Met ondiepe geothermie kan men zowel verwarmen als koelen.



Figuur 4.14: Illustratie van het schaalverschil tussen een ondiep gesloten systeem, een hydrothermaal systeem (diep, open) en een Enhanced Geothermal System (diep, open) (Geothermal explorers international ltd 2011)

In Vlaanderen is het leverbaar vermogen van diepe geothermie weliswaar beperkt (Dreesen en Laenen 2010). Er zijn evenwel verschillende technieken voor diepe geothermie.

- Hydrothermale systemen zijn open systemen die water uit diep gelegen gesloten of open aquifers oppompen via een extractieput, warmte afnemen, en al dan niet het water terug injecteren in dezelfde of andere aquifer via een injectieput. Reservoirs van 25°C op 500 m diepte kunnen in Vlaanderen gevonden worden in de Kempen en in het zuiden van West-Vlaanderen. Reservoirs op grotere temperatuur zijn te vinden op 1000 m diepte of meer in de Kempen en Henegouwen.
- Enhanced Geothermal System is eveneens een open systeem waarbij eerst kunstmatig een spleetensysteem in het gesteente wordt gecreëerd waardoor dan water, of een ander medium met lagere viscositeit (bijvoorbeeld CO<sub>2</sub>), stroomt van de injectieput naar de extractieput(ten) en de warmte van het gesteente opneemt. Deze systemen lijken overal in Vlaanderen mogelijk, maar verder onderzoek is nog nodig.
- Diepe aardwarmtesondes zijn gesloten systemen waarin een warmtedragend medium circuleert en de warmte opneemt. Deze kunnen eveneens overal toegepast worden.

De Vlaamse ondergrond kent een temperatuur van 45 à 50 °C op een diepte van 1000 m, en deze temperatuur stijgt ongeveer 30 °C per km bijkomende diepte. Wil men de geothermische bron niet uitputten, is het thermisch vermogen beperkt tot 50 à 100 kW<sub>th</sub>/km<sup>2</sup>. Dikwijls beperkt men het vermogen tot een niveau zodat de levensduur van de bron de levensduur van het van energie te voeden systeem evenaart. Door combinatie met andere hernieuwbare energiebronnen kan er evenwel voor gezorgd worden dat deze energievorm duurzamer wordt ingezet: enerzijds kunnen andere intermitterende hernieuwbare energiebronnen, vooral zonne-energie dan, de bron regenereren in de zomer, anderzijds kunnen geothermische bronnen aangesproken worden om intermitterende hernieuwbare energiebronnen te balanceren (Dreesen en Laenen 2010).

Een studie van VITO wees uit dat een hydrothermale bron voor directe verwarming in de Kempen even rendabel is als een WKK, wanneer subsidies buiten beschouwing gelaten worden. Tot op heden krijgen echter enkel WKK's steun. Elektriciteitsproductie met geothermie zou een terugverdientijd

op de investering van ongeveer 9 jaar vergen. Dit kan nog verbeterd worden door de restwarmte van de productie eveneens aan te wenden (Dreesen en Laenen 2010).

#### 4.2.4.3.8. Warmtepompen

Warmte vloeit steeds van warmere naar koudere media, waarmee de exergie-inhoud van het systeem afneemt. Een warmtepomp onttrekt warmte uit een koudere warmtebron (bestaande exergie), bijvoorbeeld de natuur (uit de bodem, uit de lucht of uit het water), een restwarmtebron of koelruimte, en geeft die warmte af op een hogere temperatuur, voor ruimteverwarming, sanitair warm water, procestoepassingen of naar de buitenlucht (International Energy Agency Heat Pump Programme 1995). Door de input van hoog-exergetische energie, verhoogt deze de exergie-inhoud van het systeem weer. Warmtepompen laten toe warmte te kunnen recupereren en opwaarderen, en te koelen, op basis van hernieuwbare energie, bijvoorbeeld door middel van de voeding met groene stroom.

##### 4.2.4.3.8.1. Warmtepompen voor kantoren, woningen en utiliteitsgebouwen

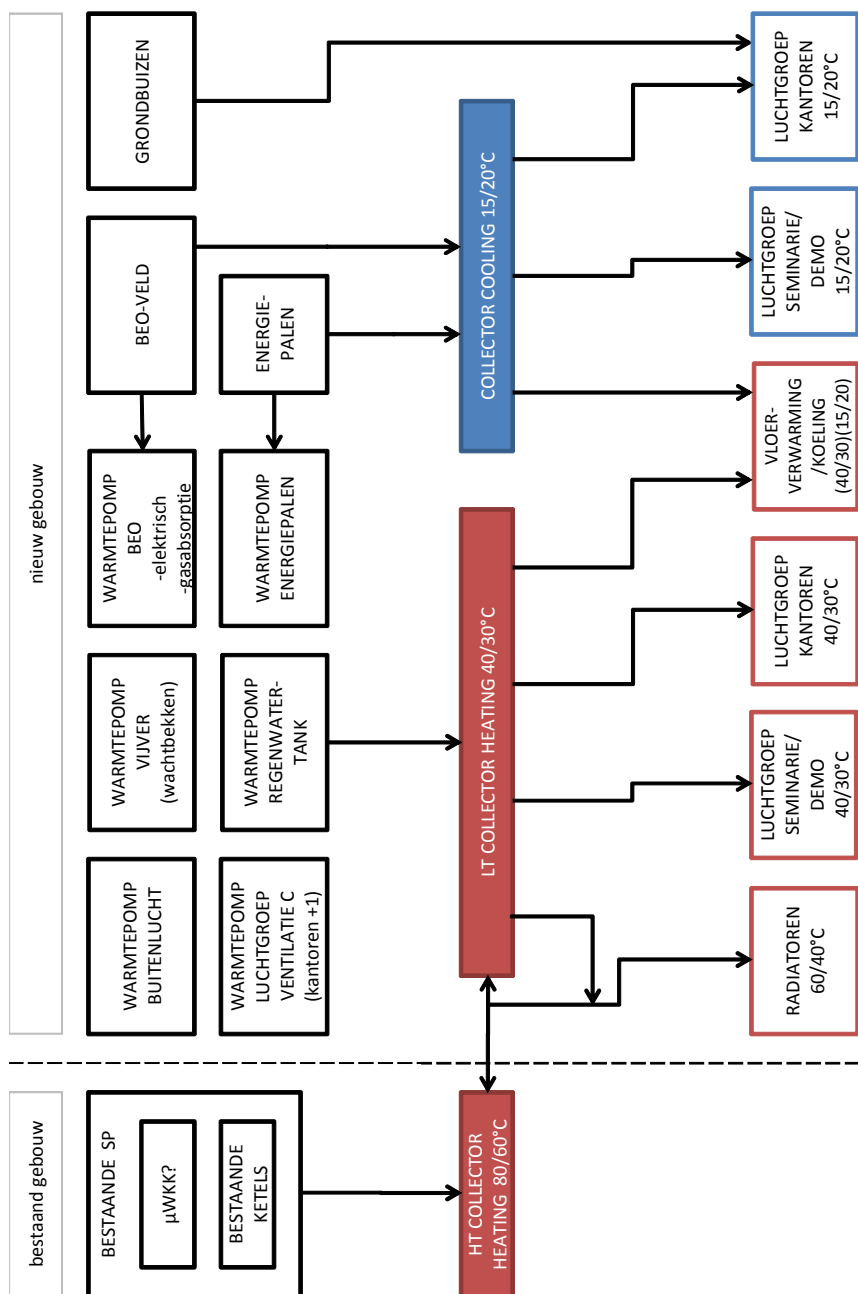
Warmtepompen kunnen ingezet worden voor verschillende doeleinden: ruimteverwarming, verwarming van sanitair water, natuurlijke koeling en zelfs compressiekoeling. Ook een combinatie van twee of meerdere van deze toepassingen, en met een zonnecollector, is mogelijk (Organisatie voor Duurzame Energie 2009). Op heden is het vooral de compressiewarmtepomp met gesloten cyclus, aangedreven door elektriciteit die wordt ingezet, maar ook andere concepten worden momenteel uitgewerkt (zie bijvoorbeeld (Viessmann 2006)). De meest gebruikte warmtebronnen zijn (Organisatie voor Duurzame Energie 2009; Marchand 2010):

- de bodem (gesloten systeem)
  - met één of meerdere verticale sondes als warmtewisselaar tot diep in de bodem (10 à 12°C - diepte tot 300 m) (ook boorgat-energieopslag (BEO) genoemd indien de bodem terug geregenereerd wordt) of
  - met een horizontaal buizennetwerk als warmtewisselaar op een diepte van ongeveer 1 à 1,5m (4 à 17°C);
- het grondwater, waarbij warmte wordt onttrokken uit opgepompt water dat daarna weer wordt teruggepompt (10 à 14°C - diepte van 50 tot 150 m) (open systeem, ook koude-warmteopslag genoemd indien de bodem terug geregenereerd wordt);
- de buitenlucht en/of de ventilatielucht (met of zonder toepassing van grondbuizen voor de ventilatie).

Daarnaast kunnen warmtepompen hun inputenergie ook halen uit eventueel beschikbare restwarmte of uit warmtenetten op lage temperatuur.

Warmtepompen maken efficiënt gebruik van exergie: voor het verwarmen naar een binnentemperatuur van 22°C bij een buitentemperatuur gelijk aan het vriespunt hebben ze een exergie-efficiëntie van 26% wanneer de verhouding van de energie-afgifte tot de opname van hoogwaardige energie (COP of coefficient of performance) op 3,5 ligt, terwijl een aardgasketel slechts op 7% uitkomt (Rosen en Scott 2003b).

Nadat alle mogelijke maatregelen zijn genomen voor het vermijden van de behoefte aan koeling en grondbuizen en nachtventilatie zijn overwogen, zijn warmtepompen gekoppeld aan de bodem of het grondwater de eerste technieken voor het voorzien van koeling. Dergelijke warmtepompen voor ruimteverwarming kunnen immers ook in een specifiek zomerregime werken, waarbij de koelte uit de 'warmtebron' opgepompt wordt en verdeeld wordt door de vertrekken, zonder de compressor in werking te stellen wat een koeling met een bijzonder laag energiegebruik mogelijk maakt (de coefficient of performance (COP) of de verhouding tussen het koelend vermogen en de inputenergie ligt hierbij tussen 15 en 20 waarbij dit bij een traditionele compressiekoeling - ook een warmtepomp maar lucht gekoppeld - rond de 5 of veelal zelfs lager ligt) (Agentschap Ondernemen - nieuwbouwscans).



Figuur 4.15: In de in aanbouw zijnde The Energy Box op Greenbridge wetenschapspark in Oostende zullen verschillende warmtebronnen, warmtewisselaars en warmtepompen gedemonstreerd en gemonitored worden, samengebracht in een slim thermisch en elektrisch netwerk (Zuliani 2010)

#### 4.2.4.3.8.2. Warmtepompen voor industriële processen

Industriële warmtepompen kennen een grote variatie aan grootte, werksomstandigheden, warmtebronnen, type toepassingen en de gebruikte energie voor de aandrijving van het systeem. Ze kunnen steunen op verschillende fysische en chemische verschijnselen. Reeds ingeburgerde systemen zijn de compressiewarmtepompen (gesloten warmtepomp met mechanische compressie), absorptie- en adsorptiewarmtepompen (gesloten warmtepomp met thermische compressie), mechanische dampcompressiewarmtepompen (open warmtepomp met mechanische compressie) en stoejecteurs (open warmtepomp met thermische compressie) (International Energy Agency Heat Pump Programme 1995). Systemen worden voortdurend verbeterd (bijvoorbeeld (Thermea Energiesysteme 2009)), alsook aangevuld door nieuwe werkingsprincipes, zoals bijvoorbeeld Vuilleumierwarmtepompen (bijvoorbeeld als efficiëntere gasketel (Viessmann 2006)) of thermo-akoestische warmtepompen, ook om een breder werkingsgebied en een hogere temperatuursliff te kunnen bereiken, zodat het toepassingsbereik in de industrie toe kan nemen (Spoelstra en Pennartz 2004; Spoelstra 2010).

#### 4.2.4.3.9. Warmte- en koudeopslag

Een duurzamere toepassing van hernieuwbare warmte en restwarmte, maar ook warmte en koude tout court, hangt samen met de opslagmogelijkheden voor warmte en koude (European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling 2010). Seizoensopslag bijvoorbeeld kan er mogelijk toe leiden dat gebouwen het hele jaar door met zonnewarmte kunnen verwarmd worden. Ongelijkijdigheid tussen warmteproductie en -verbruik (of koude) kan op die manier gedeeltelijk overbrugd worden. Er zijn drie systemen om warmte (of koude) op te slaan (DWA installatie- en energieadvies 2011). Een eerste is op de heden veel gebruikte voelbare warmteopslag. Een tweede optie bestaat uit het opslaan van warmte in de vorm van latente warmte (phase change materials). Een derde optie is de opslag van warmte door chemische ontbinding of absorptie/adsorptie (thermochemische warmteopslag). Wanneer warmte en koude geproduceerd worden met elektrisch aangedreven warmtepompen fungeert de warmteopslag ook als virtuele batterij voor elektrische energie (Saint Trofee 2010).

Belangrijke parameters voor opslagsystemen van warmte, zijn de opslagtemperatuur (voor het warmteverlies), de temperatuur die nodig is om de warmteopslag te activeren, de temperatuur die kan afgegeven worden, de vermogensrange van de warmteopslag en -afgifte, de opslagcapaciteit, de volumeverandering en de stabiliteit. Voor de opslag van voelbare warmte wordt meestal water gebruikt, doch tevens (minerale en synthetische) olie en grafiet zijn mogelijk, waarmee veel hogere temperaturen kunnen worden opgeslagen (ook de bodem kan als opslagmedium dienen, zie Kader 4.10). Latente warmte opslag kan in organische en anorganische materialen. Thermochemische warmteopslag is eveneens mogelijk in tal van materiaalsoorten. De opslagcapaciteit kan tienmaal zo hoog liggen als voor water voor hetzelfde volume. Deze techniek zit echter nog in de testfase (DWA installatie- en energieadvies 2011).

##### **Kader 4.10: Drake Landing Solar Community**

Een groep van 52 woningen in Okotoks in Alberta, Canada wordt voor 90% verwarmd met zonnewarmte gecapteerd door zonnecollectoren. In de zomer wordt een overschot aan zonnewarmte met een BEO-veld in de grond opgeslagen dat naar een temperatuur van 80°C evolueert. Het thermisch 'opslagvat' is waterdicht afgescheiden en geïsoleerd in de bodem (Department for Business Enterprise & Regulatory Reform 2008).

#### 4.2.4.3.10. Netkoppeling en metering

Een bedrijf met een elektriciteitsproductie-installatie blijft meestal als afnemer (en producent) aangesloten op het elektriciteitsnet en kan dan ook gebruik maken van het elektriciteitsnet als buffer: in

de periodes dat de productie-installatie onvoldoende vermogen levert, kan het tekort via de energieleverancier via het net opgenomen worden en tijdens de periodes van overproductie, vloeit een gedeelte van de opgewekte elektriciteit naar het distributienet (er is wel een invloed op de netaansluiting en de contracten met de netbeheerder en energieleverancier) (De Vos 2005). Op die wijze kan een bedrijf ten allen tijde blijven functioneren zonder de nood aan energie-opslag, ingeval van niet-stuurbare energieproductie of ingeval van defect.

Toch betekent dat niet dat een groot onevenwicht steeds zonder gevolgen is. Zoals in Kader 4.11 wordt verduidelijkt, is er de belangrijke grens van 10 kW wisselstroomvermogen aan de meter op de netaansluiting voor wat betreft de registratie en vergoeding van de geproduceerde energie. Zeker boven deze grens zal, gezien het teruglevertarief veel lager ligt dan het afnametarief, een onevenwicht in consumptie en productie van energie een beperktere verlaging van de variabele energiekosten opleveren dan een afstemming van beide - ofwel door afstemming van de energieproductie op de energievraag, ofwel door afstemming van de energievraag op de energieproductie, ofwel door opslagcapaciteit (batterijen, warmtebuffers, enz.). Hier kan aan toegevoegd worden dat wanneer de afstemming optimaal kan gebeuren, in principe ook het vermogen van de aansluiting zou kunnen verminderd worden, waardoor eveneens de betreffende vaste kosten kunnen dalen. Tevens is het energetisch interessant daar de verliezen in het distributienet worden geëlimineerd.

Naast de implicaties op de energieregistratie en de vergoeding, is de vermogensgrens eveneens bepalend voor de procedure en mogelijkheden tot koppeling van de productie-installatie aan het distributie- of transmissienet.

#### **Kader 4.11 Modaliteiten afhankelijk van productievermogen**

Voor vermogens tot en met 10 kW aansluitvermogen bepaalt het Technisch Reglement Distributie Elektriciteit van de VREG (Vlaamse Reguleringsinstantie voor de Elektriciteits- en Gasmarkt 2009) dat de elektriciteitsmeter aan het distributienet moet kunnen terugdraaien. Op die manier wordt enkel de netto opgenomen hoeveelheid elektrische energie uit het distributienet aangerekend door de elektriciteitsleverancier. Dat betekent dat de verkoopprijs voor de geproduceerde stroom even hoog ligt als de prijs voor afname. Wel is de terugleververgoeding beperkt tot het volledige eigen jaarlijkse verbruik en dit geldt voor elke meter (dag/nacht) apart.

Voor een opgesteld vermogen van de omvormer groter dan 10 kW AC gelden de algemene regels van het Technisch Reglement Distributie Elektriciteit in het Vlaams Gewest, opgesteld door de VREG. Er zijn voor deze situatie twee aparte aansluitingspunten (EAN-codes) en twee aparte meters voor afname en injectie verplicht. Compensatie is alleen ogenblikkelijk mogelijk, op het moment van verbruik. Voor de verkoop van de geïnjecteerde elektriciteit in het distributienet via de aparte elektriciteitsmeter (met eigen EAN-code) moet een afnemer (energieleverancier) gezocht worden op de vrije markt. Voor de distributienetkoppeling is ook een technische studie door de distributienetbeheerder verplicht. Indien het lokale elektriciteitsdistributienet niet voldoende zwaar is, wordt de installatie geweigerd of beperkt of dient een verzwarend van het distributienet uitgevoerd te worden op kosten van de aanvrager.

Wellicht mogen we ons in de nabije toekomst verwachten aan meer intelligente meters (*smart meters*) die real time het elektriciteitsverbruik van en eventuele injectie in het distributienet opmeten, en daardoor eveneens toelaten rekening te houden met de actuele energieprij, waardoor de controle over de productie (hoog bij hoge elektriciteitsprijs en laag in het omgekeerde geval) en de consumptie (laag bij hoge elektriciteitsprijs en hoog in het omgekeerde geval) des te belangrijker wordt (zie bijvoorbeeld (Asmus 2010; Farhangi 2010)). In elk geval bepaalt de Europese Richtlijn 2009/72/EG (Bijlage 1 2<sup>de</sup> lid) dat lidstaten - onder voorbehoud van een positieve kosten-batenanalyse - 80% van de consumenten



tegen 2020 alvast dient te beschikken over een slimme meter die “de actieve participatie van de consumenten aan de markt voor levering van elektriciteit ondersteunt” (Europees Parlement en de Raad 2009c). Pilotprojecten worden alvast geïnitieerd die het gebruik van huishoudtoestellen analyseren en zelfs toelaten te sturen op de actuele elektriciteitsprijs of het actuele aanbod aan zonne-energie (Linear intelligent networks 2011; Organisatie voor Duurzame Energie 2011). Bedrijven die peak shaving en load shifting uitvoeren op hun energiegebruiksposten en -installaties (zie onderdeel 4.2.3.2.5.), managen hun elektriciteitsverbruik reeds op basis van het (huidige) energietarifiëringssysteem en de daarmee gepaarde gaande variërende energieprijzen (Voka 2005).

#### 4.2.4.4. Industrieel gebruik van warmte

Groene warmte kan in Vlaanderen geproduceerd worden door zonnecollectoren, directe diepe geothermie, de inzet van elektrische (op groene stroom) en thermische (op biomassa of biogas) warmtepompen op een laag-calorische warmtestroom (bodem, lucht, restwarmte, zonnewarmte) en in boilers en WKK's gevoed door biomassa en biogas. De capaciteit van biomassa zou vooralsnog beperkt zijn, waardoor een zuinige inzet van deze brandstof aangewezen is. Anderzijds zijn de alternatieven beperkt om hoge temperaturen te bereiken. De ondergrond in Vlaanderen bezit pas een temperatuur van ongeveer 200 °C op een diepte van 6 km. Bovendien is het regeneratievermogen beperkt. Met thermische zonnecollectoren kan een temperatuur bereikt worden van ongeveer 100 °C voor niet-concentrende collectoren en tot 250 °C voor concentrerende types. Warmtepompen zijn bijgevolg een belangrijke technologie om de inzet van biomassa verder te beperken. Een ander alternatief is de elektrificatie van processen (WWF International, Ecofys et al. 2011). Langs de vraagzijde kan getracht worden de procestemperatuur van verschillende toepassingen te reduceren.

Processen die typisch een lage temperatuur behoeven zijn wassen/spoelen/reinigen, drogen, pasteuriseren/blancheren/koken en smelten. Daarnaast biedt laag-calorische warmte de mogelijkheid tot voorverwarming van proceswater, koeling en ruimteverwarming. Hogere temperaturen zijn nodig voor bijvoorbeeld uit-/indrogen, ver-/uit-/indampen, destilleren en steriliseren (Lienau en Lund 1998; European Solar Thermal Industry Federation 2006; Werner 2006a; DHC+ Technology Platform 2009; Dreesen en Laenen 2010; GNS Science Te Pū Ao 2011). In de indeling van Aro (Tabel 4.5) valt op hoe veelvuldig deze processen voorkomen. In Tabel 4.6 worden meerdere toepassingen op laag-calorische warmte en hun temperatuurkenmerken weergegeven.

Tabel 4.6: Temperatuurkenmerken voor verschillende industriële activiteiten en processen (Lienau en Lund 1998; European Solar Thermal Industry Federation 2006; Dreesen en Laenen 2010; GNS Science Te Pū Ao 2011)

Bedrijfstak (NACE 2008)	Activiteit / proces	Temperatuurniveau (°C)	
		Ondergrens	Bovengrens
Landbouw, jacht, bosbouw (01+02)	drogen van landbouwproducten	30	80
	snel drogen van landbouwproducten	140	
	serreverwarming	35	90
	telen van paddestoelen	50	65
Visserij en aquacultuur (03)	visteelt	25	30
Winning van delfstoffen (05 t/m 09)	zoutwinning via verdampen en kristalliseren	130	
Voeding (10) en drank (11)	wassen	30	90
	drogen	30	90
	drogen van groenten en fruit	75	90
	drogen van organisch materiaal zoals groenten	100	

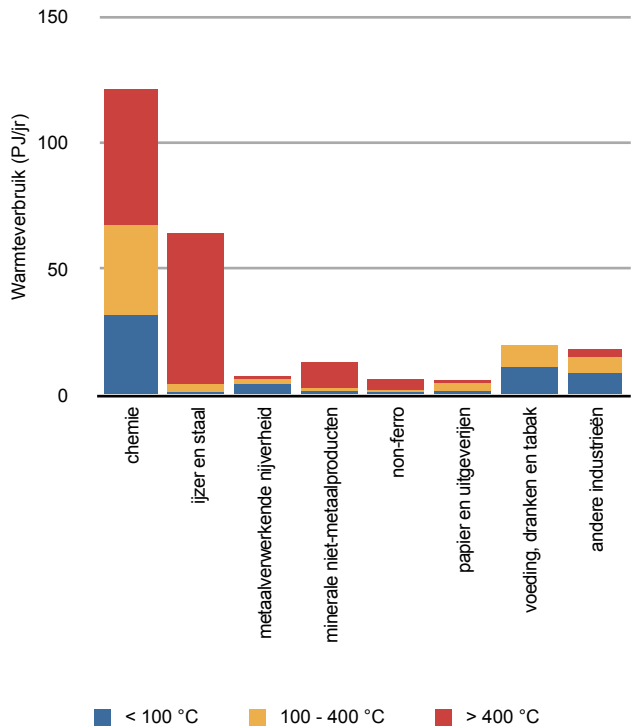
Bedrijfstak (NACE 2008)	Activiteit / proces	Temperatuurniveau (°C)	
		Ondergrens	Bovengrens
	drogen van vis	90	
	drogen van visvoer	160	
	koken	95	105
	blancheren en koken	75	100
	pasteuriseren	80	110
	pasteuriseren	60	75
	steriliseren	140	150
	warmtebehandeling	40	60
	suikerextractie uit suikerbieten	55	90
	suikerextractie uit suikerbieten via verdampen	130	145
	inblikken van voedsel	140	
	destillatie van sterke drank	105	150
	verdampen van melk	70	71
	waterwinning via destilleren	130	
	uitdampen, verdampen, indampen	120	
	productie van frisdranken	45	75
	productie van moutdranken	105	150
Textiel (13) en kleding (14)	wassen	40	80
	bleken	60	100
	verven	100	160
Leder (15)	verwerking van leder	35	60
Hout (16)	drogen van hout	160	
Papier en karton (17)	verteren van papierpulp	180	
	pulp en papierproductie	70	140
Vervaardiging van chemische producten (20) en vervaardiging van farmaceutische grondstoffen en producten (21)	verscheidene chemische processen	120	180
	verscheidene processen in organische chemie	95	150
	productie van zwaar water via waterstofsulfideproces	170	
	koken	95	105
	destilleren	110	300
	uitdampen, verdampen, indampen	120	
	steriliseren	120	121
Rubber- en kunststofnijverheid (22)	vulkaniseren van rubber	125	150
	productie van synthetisch rubber	50	95
Vervaardiging van bouwmaterialen (23)	drogen van gips	150	151
	drogen van cement	135	150
	afharden van beton	60	80

Bedrijfstak (NACE 2008)	Activiteit / proces	Temperatuurniveau (°C)	
		Ondergrens	Bovengrens
Metallurgie en vervaardiging van metaalproducten (24+25)	drogen en afharden van beton	110	
	reinigen van metaal	30	80
	productie van aluminium via Bayer procédé	150	
Vervaardiging van informatica-, elektronische en optische producten, elektrische apparatuur, machines, apparaten en werktuigen (26 t/m 28)	reinigen van metaal	30	80
Vervaardiging van transportmiddelen (29+30)	reinigen van metaal	30	80
Vervaardiging van meubelen (31)	vervaardigen van meubelen	40	95
Reparatie en installatie van machines en apparaten (33)	reinigen van metaal	30	80
Productie en distributie van elektriciteit, gas, stoom, gekoelde lucht en water (35+36)	elektriciteitsproductie	75	
Afvalbeheer en recyclage (37 t/m 39)	biodegradatie, fermentatie	35	
Algemeen	verwarming bedrijfshallen	30	80
	sorptiekoeling	70	
	vriezen via sorptiewarmtepomp	120	
	wassen/spoelen	30	90
	voorverwarming van boilerwater	30	100
European Solar Thermal Industry Federation			
Lienau en Lund			
GNS, en Dreesen en Laenen			

In International Energy Agency Solar Heating & Cooling Programme (2004) wordt gesteld dat het veelvuldig voorkomt dat warmte wordt opgewekt tot een hogere temperatuur dan eigenlijk noodzakelijk. Ook in Vlaanderen komt dit voor (Moortgat 2011). De verklaring ligt in het feit dat bij klassieke boilersystemen de temperatuur er minder toe doet. Bij de alternatieve technieken is dit echter wel zo, waardoor een grondigere analyse van het benodigde en ingezette warmteprofiel noodzakelijk is (International Energy Agency Solar Heating & Cooling Programme 2004). Een andere conclusie die kan getrokken worden, is dat het aandeel van lage temperatuurprocessen daardoor onderschat wordt. Difs et al. (2009) analyseerden 34 bedrijven in Zweden op warmte- en koudebehoefte, met een eindenergiegebruik variërend van 0,1 tot 169 GWh/jaar en een totaal verbruik van 682 GWh/jaar ofwel 2,5 PJ/jaar. Ruimteklimalisatie, tapwater en processen werden doorgelicht om overschakeling op warmtelevering via een warmtenet op 120 °C te toetsen. De totale warmtevraag kon verhoogd worden van 102 GWh tot 230 GWh zonder absorptiekoeling en tot 302 GWh met absorptiekoeling. Het aandeel van de ruimteverwarming in het totaal potentieel daalde van 90% bestaand naar 63% zonder koeling en 47% met koeling. Difs toonde daarmee ook een potentieel aan voor een hoger gebruik van laag-calorische warmtebronnen ook naast ruimteverwarming en koeling, hier komende op 86 GWh voor onder meer verwarming (44%), drogen (35%), wassen (6%) en warm tapwater (15%), ofwel samen 13% van het totaal eindenergiegebruik. De verlaging van de procestemperatuur is bijgevolg een reële optie reeds op heden. In de toekomst kunnen bijkomende winsten verwacht worden vanwege bijvoorbeeld procesintensificatie (Creative Energy 2007). Eveneens bij beide innovaties in de staal- en betonproductie gaat een verlaging van de procestemperatuur gepaard (Croezen en Korteland 2010).

Om een inschatting voor Vlaanderen te maken van het potentieel van laag-calorisch warmteverbruik en het maximale potentieel van de inzet van restwarmte, zonnethermie en geothermie in de huidige industriële structuur, werd het warmteprofiel geldig voor de Duitse industrie (Lutsch en

Witterhold 2005) eveneens toegepast op de energiegebruiksgegevens van de Vlaamse industrie (Vlaamse Milieumaatschappij 2010b). Vooreerst werd daarvoor de indeling in industriële sectoren uit beide bronnen op elkaar afgestemd.



*Figuur 4.16: Afgeleid warmteprofiel voor de Vlaamse industrie in 2007 uit (Lutsch en Witterhold 2005) en (Vlaamse Milieumaatschappij 2010b)*

*Tabel 4.7: Afgeleid warmteprofiel voor de Vlaamse industrie in 2007 uit (Lutsch en Witterhold 2005) en (Vlaamse Milieumaatschappij 2010b)*

Energetisch eindverbruik industrie Vlaanderen 2007	Kernset MIRA-T (PJ)	< 100 °C (PJ/yr)	100 - 400 °C (PJ/yr)	> 400 °C (PJ/yr)	< 100 °C (%)	100 - 400 °C (%)	> 400 °C (%)
chemie	121,10	31,8	35,3	54,0	26%	29%	45%
ijzer en staal	64,36	1,2	3,2	60,0	2%	5%	93%
metaalverwerkende nijverheid	7,58	4,4	2,2	1,0	58%	29%	14%
minerale niet-metaalproducten	13,06	1,5	1,3	10,3	11%	10%	79%
non-ferro	6,54	1,2	0,8	4,6	18%	12%	70%
papier en uitgeverijen	5,98	1,6	3,4	1,0	26%	57%	17%
voeding, dranken en tabak	19,61	10,9	8,7	0,0	55%	45%	0%
andere industrieën	18,19	8,8	6,3	3,1	48%	35%	17%
Totaal	256,42	61,2	61,2	134,0	24%	24%	52%

Volgens deze eerste inschatting (zie Figuur 4.16 en Tabel 4.7) zou de hoog-calorische warmtevraag in Vlaanderen goed geconcentreerd zijn binnen de sectoren ijzer en staal en chemie, en in minder mate non-ferro en minerale niet-metaal zijn, samen goed voor 96% van het warmteverbruik boven 400 °C. Het warmteverbruik lager dan 100 °C in de Vlaamse industrie neemt een aandeel van 24% in het totale warmteverbruik, het warmteverbruik tussen 100 °C en 400 °C eveneens, en het warmteverbruik boven 400 °C 52%. In absolute waarden is er respectievelijk vraag naar 61,2 PJ/jaar, 61,2 PJ/jaar en 134 PJ/jaar. Relatief ten opzichte van het totale energiegebruik in Vlaanderen van alle sectoren (1586,4 PJ/aar in 2007) is dit 3,9%, 3,9% en 8,2%. Omgerekend met de emissiefactor voor aardgas betekent dit een CO<sub>2</sub>-emissie van respectievelijk 4,3%, 4,3% en 9,4% relatief ten opzichte van de totale broeikasgasemissie in Vlaanderen (cijfer voor Kyoto Protocol) (Vlaamse Milieumaatschappij 2010b). Met een maximale inzet van restwarmte, en hernieuwbare warmte via thermische zonnecollectoren en geothermische warmte zou bijgevolg een CO<sub>2</sub>-emissie van 4,3% tot 8,6% vermeden kunnen worden, gesteld dat alle warmteverbruik tot 400 °C rechtstreeks en onrechtstreeks via warmtepompen zou kunnen voorzien worden. Door de verlaging van de procestemperatuur in verschillende toepassingen, kan dit aandeel dan nog verhogen. Uiteraard zijn deze cijfers slechts een ruwe schatting. Het zou interessant zijn mocht in de energie-inventarisatie van het industriële energiegebruik in Vlaanderen, het exergieverbruik en de benodigde (naast de op heden ingezette) temperatuur eveneens meegenomen worden. Ook nadere kennis tot de inzet en het overschot van restwarmte en restkracht kan interessant zijn om een betreffend beleid uit te werken.

#### **4.2.4.5. Potentiële maatregelen door bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders voor een hernieuwbare energievoorziening**

De opdracht blijkt tweeledig te zijn. Enerzijds dient er geanalyseerd te worden welke hernieuwbare energie op het bedrijventerrein zou kunnen geproduceerd en opgeslagen worden: door bedrijven op eigen kavels en op terreinniveau, eventueel zelfs in de omgeving van het terrein omwille van de vele randvoorwaarden die aan de ruimtelijke situering van energiecentrales gesteld worden. Ook de beschikbaarheid aan eventuele restwarmte op het bedrijventerrein en vanuit de omgeving dient meegenomen te worden als energietoevoer. Anderzijds dient er geanalyseerd te worden in welke mate processen kunnen afgestemd worden op die hernieuwbare energie, zowel wat betreft elektriciteit als warmte. De afstemming van het energiegebruiksprofiel op het energie-aanbod blijkt voordelen met zich mee te brengen zowel voor elektriciteit als warmte. Onbalansen worden zowel bij elektriciteit (slimme metering zal hiermee mogelijk rekening houden, meer en meer injectie-aanvragen worden geweigerd wegens te beperkte netcapaciteit) als bij warmte (door beperkte opslagmogelijkheden, geen warmtedistributienet als buffer) afgestraft. Afstemming zorgt er tevens voor dat de dekking van het energiegebruik, zowel voor elektriciteit als warmte, door hernieuwbare energie en restenergie gemaximaliseerd wordt. Waar het eerste werkveld een opdracht voor de terreinontwikkelaar kan zijn, zal het tweede werkveld vooral opgenomen dienen te worden door de bedrijven zelf, mits de nodige ondersteuning en richting.

Een belangrijk aandachtspunt voor het ontwerp van een bedrijventerrein betreft integratie van lokale energieproductie. Grootchaligere energie-installaties kunnen een zekere ruimte-inname vergen en de bepaling van de positie van de installaties kan geleid worden door overwegingen en richtlijnen die zich boven het niveau van het bedrijventerrein situeren. Windmolens zijn het bekendste voorbeeld, maar ook geothermische centrales en zonnecentrales kunnen een bepaalde positie ten opzichte van de gebouwde omgeving opeisen. Op hun beurt hebben deze centrales een impact op de ruimtelijke en stedenbouwkundige structuur op het bedrijventerrein - zowel het ontwerp als de stedenbouwkundige voorschriften. Gebouwvoorschriften trachten de hinder van grootschalige installaties te beperken en de toepassing van verdere lokale energieproductie te ondersteunen. Ze houden rekening met plaatsing van grote en middelgrote windturbines - de terreinontwikkelaar kan de gegevens van slagschaduw op de kavels meegeven aan koper en architect - of andere grootschalige installaties. Gebouwvoorschriften ondersteunen plaatsing van zonnepanelen en microwindturbines. Bijvoorbeeld wordt de bouwhoogte op het terrein van koppelbouw gelijkgesteld tegen beschaduwing van dakoppervlakte. Bouwblokken/gebouwen werpen geen schaduw op de dakoppervlakte van naburige bouwblokken/gebouwen.

#### **4.2.5. Dienstverleners voor bedrijven inzake rationeel energiegebruik en duurzame energie**

Energiemanagement blijft natuurlijk een gespecialiseerde materie, die geenszins volledig kan opgenomen worden door de bedrijven. Ondernemingen kunnen zich echter door meerdere dienstverleners laten bijstaan, en doen dit al.

Zo is er in de eerste plaats voor het gebouw de architect. Deze is op de hoogte wat het K-peil en E-peil van een gebouw inhouden en hoe deze beïnvloed worden door verschillende maatregelen. Hij kan een gebouw ontwerpen dat voldoet aan eventueel verdergaande EPB-ambities. Het is echter wel belangrijk dat deze ambities doorgegeven worden aan de architect alvorens deze start met het ontwerp. Het beste en meest kosten-efficiënte ontwerp ontstaat wanneer de vormelijke creatie samengaat met het energievraagstuk. Hoe later in het ontwerp met de energievraag wordt rekening gehouden, des te meer parameters al vast liggen en des te meer enkel de duurdere maatregelen overblijven om in te zetten. Wordt de architect bijgestaan door een ingenieursbureau voor de HVAC-technieken, dan dient deze eveneens eerst op de hoogte te worden gebracht van de gestelde ambities, alvorens de start voor het ontwerp van de technieken wordt gegeven. Vervolgens is er de installateur van de technieken. Producenten en installateurs bieden een dimensionering aan van de technieken en kunnen ondersteunen bij het aanvragen van premies voor hun producten. Ze kunnen het rendement op de investering en de terugverdienperiode bepalen. Samen met de architect en eventueel het ingenieursbureau voor de technieken kan er voor de meest geschikte installatie gekozen worden. Verlichtingsspecialisten bieden (gratis) lichtstudies aan. Ook hier zal het bedrijf wel de nodige input dienen te verschaffen: het bouwplan, de functies van de verschillende ruimten en de gestelde (energie-) ambities. De verlichtingsspecialist zal een overzicht geven van mogelijke armaturen, en randapparatuur als dimmers, schakelklokken, aanwezigheidsdetectie, schakelingen, etc. rekening houdend met de functie van de verschillende ruimten, waarbij een optimale lichtkwaliteit verzekerd is. Dit voorstel zal de architect dan weer feedback geven om eventueel het ontwerp nog te optimaliseren. De EPB-verslaggever dient het EPB-verslag op te maken voor het Vlaams Energieagentschap. Deze zal op basis van het bouwplan, de opbouw van de schildelen (dak, gevels, vloeren, ramen en deuren) en de gegevens over de installaties voor verwarming, verluchting, koeling en verlichting, het verslag opmaken en het K-peil en E-peil berekenen. Dit geldt als een controle en ondersteuning voor het ontwerp van de architect. De aannemer zal uiteindelijk het gebouw oprichten en het ontwerp correct dienen uit te voeren. Van groot belang hierbij is de correcte uitvoering van de isolatiemantel rondom het gebouw, zonder koudebruggen. Het is aan te bevelen dat een luchtdichtheidsproef uitgevoerd wordt voor de voorlopige oplevering en in het contract met de aannemer minstens een luchtdichtheidswaarde van het kantoor en de eventuele woning opgenomen wordt. Hierdoor zal de luchtdichtheid van het gebouw verzorgd worden, kan de kwaliteit ook gecontroleerd worden op het einde van de bouwwerken. Voor de aannemer is het een kwaliteitslabel dat deze kan afleveren aan de bouwheer. Aanvullend op de luchtdichtheidsproef kan ook de correcte uitvoering van de isolatiemantel worden gecontroleerd, door met een thermische camera de bouwschildelen te screenen. Meerdere dienstverleners die luchtdichtheidsproeven aanbieden nemen de isolatieproef meteen mee. Tot slot zijn er bedrijven die zich specialiseren in bouwcoördinatie, en nemen de aansturing en afstemming van bovenstaande dienstverleners op zich, waarmee het complexiteit voor de bouwheer afneemt.

Heeft een bedrijf nood aan installaties voor het uitvoeren van zijn bedrijfsactiviteit, dan kan minstens een snelle scan en indien opportuun een grondige analyse naar energie-efficiëntie en duurzame energie ondersteuning bieden tijdens het ontwerp op basis van de plannen voor de installaties en tijdens bedrijfsvoering op basis van inspecties en metingen (zie bijvoorbeeld Einstein thermal energy industry audit (2011) of ook de richtlijnen voor het energieplan en de energiestudie in (Vlaamse Regering 2010)). Men dient het ontwerp bureau en de installateur van de installaties voor het bedrijfsproces op de hoogte stellen van zijn ambities op vlak van energiegebruik en emissie-reductie.

De investeringskost kan echter gauw oplopen indien men de kwaliteit en de duurzaamheid van zijn gebouw en installaties wil opdrijven. Toch zijn het zeer interessante investeringen wanneer de

kwaliteit van het product of dienst erop vooruit gaat, wanneer de operationele kosten dalen en wanneer de duurzaamheid van de bedrijfsvoering of output stijgt. Echter, dalende operationele kosten en/of hogere omzet die daarvan het gevolg zijn, zouden de meerinvesteringen kunnen dekken maar het kapitaal ter beschikking is beperkt of het schuldkapitaal te hoog. Derde partij investeerders zoals banken, en eventueel installateurs, aannemers, enz. staan mogelijk open voor voorfinanciering (zie bijvoorbeeld (Plan C 2009; Thermea Energiesysteme 2009)). Deloitte ziet in de toekomst nieuwe energiebedrijven niet langer winst maken met de verkoop van een laagwaardige commodity zoals olie, gas of elektriciteit, maar zich omvormen tot hoogwaardige dienstverleners die licht, warmte en mobiliteit aanbieden, en beloofd worden wanneer dit kan op de meest milieuvriendelijke wijze (Stanislaw 2008). Zogenaamde energiedienstverleners (ESCO's of Energy Service Companies) vertrekken van de precieze behoefte, gerelateerd aan energie, die men heeft. Ze ontwerpen zelf de nodige installaties of dienstverlening die daarvoor nodig is en maken de investering. Ze bieden garanties aan: een leveringsgarantie voor een bepaalde energievorm als elektriciteit, kracht, warmte, stoom, koeling, perslucht, biogas, waterstof, etc., een garantie voor een zekere kostenreductie in de energievoorziening, een werkings- en onderhoudsgarantie voor de installaties, en/of een kwaliteits- en comfortgarantie voor de functie die men wenst te verkrijgen (Plan C 2009; Waldmann en Keuc 2009). Ze bezitten de know-how om geavanceerde technieken in te zetten, om het beheer van complexe installaties uit te voeren en om de installaties goed te onderhouden. ESCO's zoeken naar de meest kosten-efficiënte wijze om in de energiebehoeften te voorzien omdat dit hun concurrentiepositie verstevigt én tijdens de looptijd omdat dit hun winst maximaliseert. Men kan hen belonen wanneer zij de behoefte invullen op een CO<sub>2</sub>-neutrale wijze. Daarmee haalt men belangrijke know-how binnen en legt men de verantwoordelijkheid voor de emissieprestatie bij een expert. Het kan hier wel gaan om ingrijpende contracten (zie bijvoorbeeld (Geldhof 2008)). Een goede marktconsultatie en juridisch advies is dan van groot belang. Laurikka, Kuusinen et al. (2002) stellen wel dat een typisch frame voor ESCO's (op heden) een terugverdientijd van 2 tot 6 jaar en een investering van minimum 50 000 euro inhoudt.

Tijdens de operationele fase van het bedrijf is een verdere energiemonitoring aangewezen. Meerdere studiebureau's bieden een studie in het energieprofiel aan, zelfs in het emissieprofiel van het bedrijf of zijn gehele waardeketen. Op basis van die informatie kunnen dan de grootste opportuniteiten in kosten-, energie- en/of emissiereductie gedetecteerd worden, waaraan eventueel met een gedetailleerde haalbaarheids- en uitvoeringsstudie gevolg kan gegeven worden. In geval van een ESCO-contract kunnen hierin dergelijke zaken reeds opgenomen zijn.

#### **4.2.5.1. Potentiële maatregelen door bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders inzake dienstverlening aan bedrijven voor duurzaam energiegebruik**

Meerdere terreinontwikkelaars beschikken over een actief parkmanagement op hun bestaande bedrijventerreinen en onderhouden zo een nauwe relatie met de gevestigde bedrijven (zie ook hoofdstuk 2). De terreinontwikkelaars voeren een gamma aan (cluster)projecten uit op hun terreinen, bijvoorbeeld rond collectief groenonderhoud, bewegwijzering, mobiliteit, etc. Terreinbeheerders kunnen deze ondersteuning in groenbeheer en bewegwijzering uitbreiden naar een ondersteuning in energiemanagement op bestaande bedrijventerreinen, als een ESCO een schaalvoordeel in energiemanagement voor kleine en middelgrote bedrijven creëren. Het energie-efficiëntie-vraagstuk voor KMO's is immers niet eenmalig, doch vormt een structureel probleem. Voor een duurzame strategie inzake energie-efficiëntie zal dan ook een structurele oplossing nodig zijn, zodat KMO's continu blijven op vlak van energie-efficiëntie. Terreinbeheerders kunnen een structureel collectief energiebeheer opzetten. Door hun concentratie van energiegebruikers zijn bedrijventerreinen hiervoor uitermate geschikt. Volgens het Europees Intelligent Energy project 'Efficient Implementation of Energy Services in SME' (EFFI) schuilt in een laagdrempelige energiedienstverlening of een ESCO-systeem de kans tot implementatie van energie-efficiënte maatregelen bij KMO's (Waldmann en Keuc 2009), of kunnen minstens een aantal symptomatische barrières tegengegaan worden (Cooremans 2008). Private ESCO's zullen echter pas interesse betonen wanneer het energieproject voldoende grote

winsten kan opleveren. Dit is niet meteen duidelijk/mogelijk op elk bedrijventerrein. Toch kunnen de private ESCO's wel een rol hebben bij verdere concrete uitwerking van energieprojecten op bedrijventerreinen. Wanneer de werkelijke barrières inzake energiemaatregelen bij ondernemingen doorbroken worden, kan een systeem klaar staan die bedrijven eveneens voorbij de symptomatische barrières, alsook de basisbarrière van informatie, kan brengen.

### **4.3.   Bouwstenen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen voor een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening**

Een duurzame *CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening* is een voornaam onderdeel van een strategie voor de reductie van broeikasgasemissies, en wordt gekenmerkt door een minimalisering van het energiegebruik zelf en een maximalisering van de dekking van dat energiegebruik door hernieuwbare energiebronnen (trias energetica), gecombineerd met de reductie en/of compensatie van de resterende CO<sub>2</sub>-emissies. Belangrijke instrumenten die het energiegebruik van bedrijven beperken in Vlaanderen, zijn de EPB-verplichtingen voor gebouwen enerzijds, en de Vlarem-verplichtingen voor energieplanning en energiestudies, alsook de vrijwillige Benchmarking- en Auditconvenanten voor energie-intensieve bedrijven anderzijds. De *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* voegt hier een verplichting aan toe, niet vrijwillig aldus maar weliswaar enkel gericht op nieuwe bedrijfsvestigingen op gesubsidieerde bedrijventerreinen sinds 2007.

Bedrijven kunnen het energiegebruik en de gerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies in gebouwen reduceren door ruimtelijke, bouwtechnische en installatietechnische maatregelen. Het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissies van bedrijfsactiviteiten op het terrein kunnen worden beperkt door sectoroverkoepelende en sectorspecifieke maatregelen. Sectoroverkoepelende maatregelen zijn de inzet van energie-efficiëntere machines en apparatuur, een beter onderhoud van installaties en een betere processturing, het hergebruik van restwarmte en restkracht, procesintensivering, energie- en emissie management, en energiebenchmarking. Duurzame energieopwekking biedt een grote variatie in opwekvermogen – van enkele kilowatt tot vele megawatt – en kan decentraal in het eigen bedrijf of op het bedrijventerrein ingezet worden. Mede dient er geanalyseerd te worden in welke mate processen en de hernieuwbare energievoorziening kunnen afgestemd worden, zowel wat betreft elektriciteit als warmte, om de maximale dekking door hernieuwbare energie te bewerkstelligen, en de onbalans tussen energieproductie en -verbruik te minimaliseren.



*Tabel 4.8: Bouwstenen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen voor een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening volgend uit de technologieën en het stimuleren van energiemaatregelen bij bedrijven*

Technologieën voor een CO <sub>2</sub> -neutrale energievoorziening en stimuleren van energiemaatregelen bij bedrijven - bouwstenen voor CO <sub>2</sub> -neutraliteit					
Bouwstenen voor CO <sub>2</sub> -reductie	Vorbereidende fase	Conceptiefase	Realisatiefase	Uitgiftfase	Exploitatie-, beheer- en handavings-fase
<b>Energetische nutsvoorzieningen op bedrijven-terrein voorzien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse van mogelijkheid voor terreinoverkoepelende energieproductie en -opslag op bedrijventerrein</li> <li>Analyse van mogelijkheid voor kleinschalige energieproductie en opslag op bedrijfskavels</li> <li>Overleg met netbeheerder en analyse van capaciteit van elektriciteitsnet voor injectie lokale elektriciteitsproductie</li> <li>Analyse van mogelijkheid voor restwarmte-aanvoer naar terrein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ontwerp bedrijventerrein voor mogelijke terreinoverkoepelende energieproductie en -opslag</li> <li>Optimaliseer kavels, bouwblokken en terrein, en stedenbouwkundige voorschriften voor hernieuwbare energieproductie via terreinoverkoepelende installaties en installaties op kavels</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Dissimineer kennis, stel richtlijnen op en detecteer potentiële hernieuwbare energieproductie door bedrijven</li> </ul>	
<b>Energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissie voorkomen</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimaliseer kavels, bouwblokken en terrein, en stedenbouwkundige voorschriften voor het voorkomen van energiegebruik in de gebouwen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realiseer energieperformante (bedrijfverzam)gebouwen, door benutten van voordelen door grotere schaal en compactere gebouwen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissies van bedrijven monitoren</li> <li>Dissimineer kennis, stel richtlijnen op en detecteer potentieel voor energie- en emissiemaatregelen bij bedrijven</li> </ul>	
<b>Energieprofielen activiteiten en locatie afstemmen</b>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Dissimineer kennis, stel richtlijnen op en detecteer potentieel voor integratie van hernieuwbare energie in de processen</li> </ul>	

#### 4.3.1. ...voor het ontwerp van het bedrijventerrein

Met het vormgeven van het bedrijventerrein zou kunnen rekening gehouden worden met de impact op het energiegebruik van de gebouwen: op de flexibiliteit van gebouwen, op de compactheid, op de oriëntatie, op de zonering binnen gebouwen, op de beschaduwning.

Op vlak van energievoorziening dient er geanalyseerd te worden welke hernieuwbare energie op het bedrijventerrein zou kunnen geproduceerd worden: door bedrijven op eigen kavels en op

terreinniveau, eventueel zelfs in de omgeving van het terrein omwille van de vele randvoorwaarden die aan de ruimtelijke situering van energiecentrales gesteld worden. De capaciteit van het elektriciteitsnet voor energie-injectie door lokale productie zal hierbij mee bepalend zijn op korte termijn, doch op langere termijn kan deze beperking verminderen. Ook de beschikbaarheid aan eventuele warmteopslag en restwarmte vanuit de omgeving dient meegenomen te worden. De gedetecteerde aanvoer- en opslagcapaciteit op korte en lange termijn kan sturend werken in het ontwerp van het bedrijventerrein.

#### **4.3.2. ...voor de realisatie van het bedrijventerrein**

Energieperformante gebouwen en hernieuwbare energie-installaties op gebouwniveau kunnen in realisatie gehinderd worden, door een hogere investeringskost voor ondernemers, een gebrek aan kennis terzake van ondernemers, een grotere last op de schouders van bouwheren, etc. Een mogelijke oplossing is de oprichting door de terreinontwikkelaar zelf, of een derde partij, van het gebouw. De gebouwen kunnen individueel opgericht worden maar tevens in clusters in de vorm van bedrijfsverzamelgebouwen, al dan niet met collectieve functies. Op deze wijze kunnen compactere gebouwen, en eventuele module-overkoepelende HVAC-installaties de kostprijs drukken van energie- en emissieperformante gebouwen.

#### **4.3.3. ...voor de uitgifte en het beheer van het bedrijventerrein**

Op vlak van de integratie van hernieuwbare energieproductie, dienen stedenbouwkundige en eventuele verdere bouw- en exploitatievoorschriften de eventuele hinder van grootschalige installaties te beperken en de toepassing van verdere lokale energieproductie te ondersteunen.

Bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders kunnen KMO's ondersteuning bieden in het nemen van sectoroverkoepelende energie- en emissie maatregelen, in bedrijfsprocessen doch eveneens in gebouwmaatregelen, zowel inzake energie-efficiëntie als hernieuwbare energieproductie. Ze kunnen kennis dissemineren, richtlijnen opstellen, etc. Bedrijventerreinbeheerders kunnen eveneens audits uitvoeren bij bedrijven en potentiële energiemaatregelen detecteren. Parkmanagement kan de huidige veel voorkomende ondersteuning aan bedrijven in groenbeheer en bewegwijzering uitbreiden naar een ondersteuning in energiemanagement op bestaande bedrijventerreinen, als een ESCO een schaalvoordeel in energiemanagement voor kleine en middelgrote bedrijven creëren. Het energie-efficiëntie-vraagstuk voor KMO's is immers niet eenmalig, doch vormt een structureel probleem. Voor een duurzame strategie inzake energie-efficiëntie zal dan ook een structurele oplossing nodig zijn, zodat KMO's continu blijven op vlak van energie-efficiëntie.

<sup>1</sup> De toewijzing van de emissies van back-up-installaties zal afhankelijk zijn van het perspectief. De emissies zullen eerder toegewezen dienen te worden aan de backup-installaties zelf als bijvoorbeeld verschillende back-up-installaties vergeleken dienen te worden. De emissies zullen dan weer aan de hernieuwbare energie-installaties toegerekend worden bijvoorbeeld als de impact van verschillende hernieuwbare energie-technieken op de stand-by-emissies van back-up-installaties vergeleken dienen te worden.

<sup>2</sup> Definitie hernieuwbare energie: zie onderdeel 4.2.4.1.

<sup>3</sup> De wettelijke basis voor deze regelgeving werd gelegd met het Decreet van 7 mei 2004 houdende eisen en handhavingsmaatregelen op het vlak van de energieprestaties en het binnenklimaat voor gebouwen en tot invoering van een energieprestatiecertificaat, hetgeen werd vervangen door het Decreet van 12 december 2006 houdende eisen en handhavingsmaatregelen op het vlak van de energieprestaties en het binnenklimaat van gebouwen en tot invoering van een energieprestatiecertificaat en tot wijziging van artikel 22 van het REG-decreet, en op haar beurt vervangen door het Decreet van 8 mei 2009 houdende algemene bepalingen betreffende het energiebeleid. Verdere invulling werd gegeven door het Besluit van de Vlaamse Regering van 11 maart 2005 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestaties en het binnenklimaat van gebouwen, en navolgende besluiten.

<sup>4</sup> Bij een vennootschapsbelasting van 34%, een technische levensduur van de investering van 10 jaar en een lineaire afschrijving over 5 jaar, komt een intern rendement van 15% na belastingen overeen met een terugverdientijd van 3,8 jaar (Commissie Benchmarking Vlaanderen 2007).

<sup>5</sup> Ondernemingen kunnen ook toetreden voor vestigingen die minder dan deze grens verbruiken maar toch vergelijkbaar zijn met grote energie-intensieve bedrijven op de wereldmarkt (Art. 2 Benchmarkingconvenant).

<sup>6</sup> In de praktijk werd de IRR hiervoor vastgesteld op 6%. Bij een vennootschapsbelasting van 34%, een technische levensduur van de investering van 10 jaar en een lineaire afschrijving over 5 jaar, komt een intern rendement van 6% na belastingen overeen met een terugverdientijd van 6,4 jaar (Commissie Benchmarking Vlaanderen 2007).

<sup>7</sup> Bij een vennootschapsbelasting van 34%, een technische levensduur van de investering van 10 jaar en een lineaire afschrijving over 5 jaar, komt een intern rendement van 13,5% na belastingen overeen met een terugverdientijd van 4,1 jaar (Commissie Benchmarking Vlaanderen 2007).

<sup>8</sup> De Bruyn (2010) stelt evenwel dat bij massale actie dynamische effecten de relatieve kostprijs ten opzichte van het gebruik van fossiele brandstoffen en ten opzichte andere investeringen veel hoger kan liggen. De bruyn stelt verder dat de beslissingsnemer niet kijkt vanuit het maatschappijperspectief dat McKinsey onderstelt. Dit laatste argument vervalt echter wanneer de McKinsey-curve dient als leidraad voor een stimulerend kader vanwege de overheid.

<sup>9</sup> Definitie barrel of oil equivalent (boe) (vat ruwe olie): de hoeveelheid energie die vrijkomt door het verbranden van één vat ruwe olie (McKinsey & Company 2009a).

<sup>10</sup> bbl staat voor barrel of oil: 42 U.S. gallon (Society of Petroleum Engineers 2011).

<sup>11</sup> Nagenoeg aangezien de zon en aarde eveneens een eindige levensduur kennen, en dus ook de energie afkomstig via zonne-instraling, windkracht, waterkracht, ea.

<sup>12</sup> De financiering van de verplichtingen die voortvloeien uit de denuclearisatie van de nucleaire sites BP1 en BP2 te Mol-Dessel, alsook uit de behandeling, de conditionering, de opslag en de berging van het geaccumuleerd radioactief afval, met inbegrip van het radioactief afval afkomstig van de denuclearisatie van de installaties, ten gevolge van de nucleaire activiteiten op genoemde sites ((Ministerie van Economische Zaken 1999) Art.21bis lid 1 1°)

<sup>13</sup> De financiering van het federale beleid ter reductie van de emissies van broeikasgassen met het oog op de naleving van de internationale verbintenissen van België inzake bescherming van het leefmilieu en duurzame ontwikkeling ((Ministerie van Economische Zaken 1999) Art.21bis lid 4°)

<sup>14</sup> De warmteflux van de aarde zal ooit ophouden te bestaan, waardoor ze op geologische tijdschaal bekeken niet hernieuwbaar is, maar dit geldt net zo goed voor zonne-energie.



# CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen

**wvi** west-vlaamse intercommunale

## aanpak CO<sub>2</sub>-emissies op bedrijventerreinen

- businessstrategie voor klimaatverandering
- bedrijventerreinen voorzien op de toekomst
- begeleiding en verplichtingen op wvi's CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen
- tips voor een betere energie- en emissieproductiviteit
- CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik en elektriciteitsproductie
- samenwerken voor duurzaam energiegebruik
- steunmaatregelen
- dienstverleners
- bouwstenen voor de ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen



wvi | baron ruzettelaan 35 | 8310 assebroek | T 050 36 71 71

co2n@wvi.be | www.wvi.be

## 5. Stimuleren van energiemaatregelen bij bedrijven door bedrijventerreinontwikkelaars en beheerders

Indien terreinontwikkelaars en -beheerders financiële ondersteuning wensen te genieten van de Vlaamse Overheid voor de aanleg of heraanleg van nieuwe respectievelijk bestaande bedrijventerreinen, dienen de nieuwe bedrijven *CO<sub>2</sub>-neutraal* te zijn (zie onderdeel 3.2.). Op heden slaat de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* enkel op het elektriciteitsverbruik. Ontwikkelaars en beheerders dienen ervoor te zorgen dat de bedrijven groene stroom verbruiken ofwel hun emissies compenseren. Om de CO<sub>2</sub>-emissies van het energiegebruik op een bedrijventerrein op een duurzame wijze te reduceren dient echter minstens de trias energetica-strategie gevolgd te worden (zie onderdelen 1.3. en 4.2.1.).

In dit hoofdstuk wordt specifiek ingegaan op het stimuleren van bedrijven om bedrijfsinterne maatregelen te treffen. De verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik*, zoals opgenomen in de huidige Vlaamse regeling, vormt hierbij de aanzet, omdat deze op heden dikwijls de toegang tot energiemaatregelen op de nieuwe bedrijventerreinen biedt. Het is echter duidelijk uit de praktijk dat veel terreinontwikkelaars en -beheerders grotere ambities koesteren dan de gestelde minimumeisen voor de CO<sub>2</sub>-emissiereductie in het regulerende kader. De trias energetica-aanpak werd al snel toegevoegd. Er kan aldus geconcludeerd worden dat de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsregeling* de aandacht voor energiemaatregelen op bedrijventerreinen succesvol heeft geïntegreerd. Het komt er nu op aan het momentum niet te laten wegebben, en ontwikkelaars en beheerders verder te ondersteunen, alsook volgende stappen in de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsregeling* te nemen.

### 5.1. Uitwerking van de Vlaamse regeling inzake *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* op bedrijventerreinen

Kwalitatieve richtlijnen beschrijven de eisen waaraan bedrijventerreinen en hun beheer dienen te voldoen om financieel ondersteund te worden door de Vlaamse Overheid (zie onderdeel 3.2.). Inzake de verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* heeft de Vlaamse Regering gekozen om geen brede en kwalitatieve richtlijn te formuleren, maar eerder voor een enge betekenis en strikt kwantitatieve eis. Het besluit van de Vlaamse Regering werd daartoe in precisie verder uitgewerkt. Toch laat dit kader verschillende mogelijkheden toe om deze inhoudelijke eis in de praktijk om te zetten.

Van de terreinontwikkelaars en -beheerders wordt verwacht dat deze de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* zelf opleggen aan de bedrijven, de uitvoering ervan controleren en desgevallend afdwingen. Een en ander zou kunnen geautomatiseerd worden inzake de controle wat de administratieve lasten beperkt evenals aansluiting vindt bij energiemonitoring (zie onderdelen 4.2.3.2.5. en 4.2.5.1.). Het afdwingen van het *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* kan door het toepassen van sancties in geval van het niet nakomen van de verplichting, alsook het standaard zelf uitvoeren door het parkmanagement en door beloning in geval van een bedrijf de *neutraliteit* wel zelf uitvoert. Deze tweede

mogelijkheid heeft een positieve benadering in zich en kan bovendien een budget creëren voor andere, meer structurele energie- en emissiemaatregelen op het terrein.

### 5.1.1. Definitie van een *CO<sub>2</sub>-neutraal bedrijf*

Voor een werkbaar juridisch kader dient de term *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* duidelijk gespecificeerd te worden. In tegenstelling tot de Britse norm PAS 2060 (zie onderdeel 4.1.2.) geeft de Vlaamse Regering hier een engere invulling aan het begrip. In het kader van de Vlaamse subsidieregeling wordt er een eerste beperkte focus mee gelegd, meer bepaald wordt *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* nader gespecificeerd in het SB2007 (Art. 1 16°) als<sup>1</sup>

*een CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik van de bedrijven op het bedrijventerrein of de compensatie van hun CO<sub>2</sub>-emissies tengevolge van hun elektriciteitsverbruik.*

De modaliteiten waaronder *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* bereikt moet worden, zijn daaropvolgend verder uitgewerkt in het ministerieel besluit van 1 oktober 2007, gewijzigd bij ministerieel besluit van 5 juni 2009. Oorspronkelijk werden vier mogelijkheden tot het halen van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* door een bedrijf vernoemd (MB2007 Art. 5):

1. de afname van groene stroom<sup>2</sup>;
2. de productie van groene stroom door het bedrijf zelf ter plaatse of door deelname van het bedrijf in de productie van groene stroom op het terrein;
3. de compensatie van de CO<sub>2</sub>-emissies tengevolge van het elektriciteitsverbruik door de aankoop van emissiekredieten;
4. een combinatie van meerdere der bovenstaande mogelijkheden.

Concreet dient een bedrijf jaarlijks de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* te bekomen door de volgende hoeveelheid CO<sub>2</sub>-emissies (kg) te compenseren (MB2007 Art. 6):

*het elektriciteitsjaarverbruik tijdens het voorgaande kalenderjaar (kWh) minus de door het bedrijf afgenomen groene stroom in diezelfde periode (kWh) minus de door het bedrijf zelf geproduceerde groene stroom in diezelfde periode (kWh), vermenigvuldigd met de emissiefactor van het Vlaams fossiel elektriciteitspark, exclusief warmtekrachtkoppelinginstallaties en netgekoppelde stoomturbines (kg CO<sub>2</sub>/kWh).*

Indien een bedrijf bijgevolg zijn volledig stroomverbruik door groene stroom voorziet, door eigen productie of door deelname in de productie op het bedrijventerrein of door aankoop van groene stroom, dient het bedrijf bijgevolg geen emissies meer te compenseren<sup>3</sup>.

De bovenstaande regeling tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* werd later gewijzigd door het ministerieel besluit van 5 juni 2009. Op die manier werd de regeling sluitend gemaakt. Voorheen volstond immers een productie van groene stroom zonder dat die geproduceerde hoeveelheid zelf werd verbruikt. Een onderneming kon perfect grijze stroom (i.e. stroom dewelke niet groene stroom is) afnemen en verbruiken, en tegelijk groene stroom produceren en verkopen, zonder emissiekredieten te moeten aankopen. Het bedrijf zou bijgevolg groenestroomcertificaten verkrijgen met een garantie van oorsprong aangehecht, dewelke die zou kunnen doorverkopen. Daardoor zou het bedrijf niet *CO<sub>2</sub>-neutraal* zijn volgens de geest van het besluit noch volgens het systeem van de garanties van oorsprong, maar wel volgens de letter van het MB2007. Het onderscheid tussen de afname van groene stroom en de productie van groene stroom werd afgeschaft. Voortaan wordt enkel nog van een uniform begrip gesproken: het verbruik van groene stroom, waardoor volgende drie mogelijkheden tot het halen van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* door een bedrijf resteren (MB2009 Art. 1):

1. het verbruik van groene stroom;

2. de compensatie van de CO<sub>2</sub>-emissies tengevolge van het elektriciteitsverbruik door de aankoop van emissiekredieten;
3. een combinatie van meerdere der bovenstaande mogelijkheden.

Meer precies dient een bedrijf jaarlijks de CO<sub>2</sub>-neutraliteit nu te bekomen door de volgende hoeveelheid CO<sub>2</sub>-emissies (kg) te compenseren (MB2009 Art. 2):

*het elektriciteitsjaarverbruik tijdens het voorgaande kalenderjaar (kWh) minus de door het bedrijf verbruikte groene stroom in diezelfde periode (kWh), vermenigvuldigd met de emissiefactor van het Vlaams fossiel elektriciteitspark, exclusief warmtekraftkoppelinginstallaties en netgekoppelde stoomturbines (kg CO<sub>2</sub>/kWh).*

### 5.1.1.1. Praktische toepassing op de bedrijventerreinen

Bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders kunnen de opties tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit overnemen zoals vermeld in het MB2009, of naar het MB2009 refereren. Beheerders en ontwikkelaars kunnen ook eigen eisen opleggen, zolang aan het MB2009 voldaan wordt. In onderstaande voorbeeldclausule uit een akte van terbeschikkingstelling in de praktijk zet de terreinontwikkelaar in op een verplichting van het verbruik van groene stroom.

*Indien de koper een overeenkomst wenst te sluiten voor de levering van stroom (eventueel bijkomend bij de eigen productie van groene stroom), sluit de koper een overeenkomst met een vrij te kiezen leverancier voor de levering van uitsluitend groene stroom. Gemotiveerde afwijkingen kunnen slechts worden toegestaan mits goedkeuring door de Raad van Bestuur van [de terreinontwikkelaar/terreinbeheerder]. De productie van grijze stroom op het perceel kan enkel toegelaten worden indien specifieke noden van het bedrijf hierom vragen. In dat geval zal er gebruik gemaakt worden van één van volgende opties:*

- *het gebruik van garanties van oorsprong,*
- *de aankoop van emissierechten.*

De aankoop van garanties van oorsprong kunnen eveneens een wijze zijn van het verbruik van groene stroom zoals in onderdeel 4.2.4.1.1. uiteengezet, en zijn dus impliciet toegelaten onder de CO<sub>2</sub>-neutraliteitsregeling. Anderzijds worden bedrijven ook aangespoord minstens een deel van de energiebehoefte door eigen lokale opwekking op basis van hernieuwbare bronnen te voorzien, zoals bijvoorbeeld wordt gespecificeerd in onderstaande clausule in een voorstel voor aktes van terbeschikkingstelling.

*Tenzij de kopers groene stroom of groene warmte afnemen van een lokale productie-installatie, zijn de kopers verplicht minstens een beperkte individuele energie-installatie met minimum een elektrisch AC-vermogen van 1 kW groene of blauwe stroom, of met een minimum thermisch vermogen van 1 kWth groene of blauwe warmte te (laten) installeren op hun kavel. [...] De kopers zijn verplicht dit systeem te (laten) installeren, binnen de 2 jaar, te rekenen vanaf het betrekken van het gebouw, maar zijn vrij in de wijze waarop deze installatie wordt verworven (aankoop, huur, lease, dakverhuur, etc.).*

In de praktijk kunnen het elektriciteitsjaarverbruik en de verbruikte hoeveelheid groene stroom, dewelke worden vermeld in het MB2009, niet altijd zomaar gemeten worden. Eerder wordt de afname van elektriciteit van en de eventuele injectie van elektriciteit in het distributienet door de distributienetbeheerder gemeten, met bijkomend nog eventuele meters op lokale productie-installaties (Vlaamse Reguleringsinstantie voor de Elektriciteits- en Gasmarkt 2009). Volgend op de eerste

praktijktoeepassingen onder het nieuwe subsidiebesluit werd een handleiding voor de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* uitgegeven door het Agentschap Ondernemen (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009). Daarin wordt de aan de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* onderworpen hoeveelheid elektrische energie dan ook op andere wijze omschreven als *de totale levering via het net van grijze (niet-groene) elektriciteit. In het geval van lokale elektriciteitsproductie op het bedrijf zelf wordt de geproduceerde stroom ofwel via een bidirectionele elektriciteitsmeter ofwel via een apart leveringspunt weer op het net gestuurd. De totale levering van grijze stroom zoals hier bedoeld, is de netto levering in het geval van een bidirectionele elektriciteitsmeter. In het geval de geproduceerde stroom via een apart injectiepunt op het net gestuurd wordt, mag deze geïnjecteerde stroom niet van de geleverde stroom afgetrokken worden, gezien deze elders reeds als groene stroom geteld wordt.* Hier wordt uiteraard ondersteld dat de lokale productie-installatie groene stroom produceert.

Anderzijds kan een bedrijf of een groep bedrijven ook stroom aankopen, en laten leveren via een directe lijn<sup>4</sup>. De regeling in het MB2007 en het MB2009 sluit een directe lijn niet uit, en bijgevolg dient deze mogelijke aanvoer van elektriciteit ook vermeld te worden in de akte van terbeschikkingstelling, of anders in een toelichtend reglement, waarin bijvoorbeeld onderstaande clausule uit de praktijk werd opgenomen.

*Het elektriciteitsvolume waarop de CO<sub>2</sub>-neutraliteits van toepassing is, conform de verkoopvoorwaarden, betreft het totale volume aan afgenomen stroom door de kopers van het net, d.w.z. het geregistreerde elektriciteitsverbruik door de distributienetbeheerder op het afnamepunt van het distributienet van de kopers, of door de transportnetbeheerder op het afnamepunt van het transportnet van de kopers, of de som van beide ingeval van afname van beide netten.*

*Indien de kopers zelf blauwe stroom produceren waarvoor geen groenestroomcertificaten door de VREG worden verdeeld, zoals vermeld in [...], of elektriciteit laten produceren door middel van een bedrijfsexterne energievoorziening dewelke geleverd wordt via een directe lijn, zoals vermeld in [...], dienen de kopers voor een extra volume elektriciteit te voldoen aan de CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting. Dat bijkomende volume stroom betreft het geregistreerde volume door de verplichte bijkomende meters, zoals vermeld in [...] en [...].*

Het is opvallend dat de mogelijkheid tot deelname van het bedrijf in groene stroomproductie op het terrein is geschrapt door het MB2009. In het MB2007 was het al de bedoeling een link te leggen tussen elk individueel bedrijf en zijn *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*. *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* op terreinniveau volstond niet. Evenwel werd duidelijk aangegeven dat collectieve productie van groene stroom werd aanvaard, doch er moest wel een klare link bestaan met de ondernemingen en hun individuele verbruik. Vandaar dat de mogelijkheid tot collectieve productie wel expliciet werd vermeld in het besluit van 1 oktober 2007, maar dat toch de rapportage voor elk bedrijf apart diende te worden neergelegd. In de praktijk echter zal een terreinoverkoepelende of bedrijfsexterne groene stroomproductie best door een aparte juridische entiteit worden uitgebaat (zie onderdeel 6.3.2.3.) en zullen eventuele leveringen officieel via groene stroomcontracten worden geregeld. Hierdoor vervalt eigenlijk ook volledig de noodzaak om de collectieve productie apart te benoemen, waardoor het MB2009 de mogelijkheden tot collectieve productie of productie door derden bijgevolg niet beperkt. Het belet evenwel niet de terreinontwikkelaars toch gewag te maken van gedetailleerdere mogelijkheden in de terbeschikkingstellingvoorwaarden of daartoe te verwijzen naar andere documenten zoals rapportage- of huishoudelijke reglementen zodat duidelijkere richtlijnen kunnen gegeven worden aan de ondernemingen:

*De kopers kunnen de CO<sub>2</sub>-neutraliteit voor het elektriciteitsverbruik op volgende wijzen bekomen:*

- *door aankoop van groene stroom bij een energieleverancier, geleverd via het distributie- of transportnet of via een directe lijn;*



- door productie van groene stroom en het verbruik ervan door de kopers zelf op hun eigen bedrijfseigendom;
- door aankoop van emissiekredieten die de uitstoot van CO<sub>2</sub> tengevolge van de afname van grijze stroom compenseren, of door aankoop van garanties van oorsprong overeenkomstig het volume van de afgenomen stroom, dewelke niet kan gegarandeerd worden groene stroom te zijn door de leverancier;
- door productie van blauwe stroom en het verbruik ervan door de kopers zelf op hun eigen bedrijfseigendom, voor zover alle geproduceerde elektriciteit is gedekt door garanties van oorsprong of door emissiekredieten indien de blauwe stroom geen groene stroom zou zijn;
- een combinatie van bovenstaande opties.

[...]

Om aan de verplichting tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit te voldoen, kunnen de kopers er ook voor kiezen om elektriciteit af te nemen, via het distributie- of transportnet of via een directe lijn, van een stroomproducerende installatie op of buiten het bedrijventerrein, dewelke niet (als geheel) tot het bedrijf zelf behoort en al dan niet op hun eigendom is gevestigd. De investering, de bouw, de exploitatie, het onderhoud, de inbedrijfstelling en de ontmanteling kan onder de taakstelling, verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid vallen van een collectief van gevestigde ondernemingen op het bedrijventerrein en/of van een derde partij.

Ingeval van een collectief van bedrijven dient het collectief een aparte projectvennootschap op te richten die de taakstelling, verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid draagt voor de investering, de bouw, de exploitatie, het onderhoud, de inbedrijfstelling en de ontmanteling van de installatie.

De kopers dienen met de leverancier van de aan de kopers geleverde elektriciteit die wordt geproduceerd met behulp van de bedrijfsexterne energie-installatie, een leveringscontract af te sluiten. Dit contract kan al dan niet een contract zijn voor de levering van groene stroom. In geen geval is het toegelaten dat de kopers stroom afnemen van een bedrijfsexterne energie-installatie op het bedrijventerrein dewelke grijze stroom produceert.

Ingeval van een bedrijfsexterne energievoorziening waarbij de levering van stroom gebeurt via een directe lijn, zijn de kopers verplicht met een nauwkeurige, zoals bepaald in bijlage III: Nauwkeurigheidseisen voor de meetinrichting van het Technisch Reglement Distributie Elektriciteit Vlaams Gewest van 4 april 2007 van de Vlaamse Reguleringsinstantie voor de Elektriciteits- en Gasmarkt, en verzegelde meterinstallatie, het volume aan elektriciteit dat voor gebruik toekomt aan het bedrijf vanwege de bedrijfsexterne energievoorziening te laten registreren. De meterinstallatie moet vooraf aan de plaatsing goedgekeurd worden door [de terreinontwikkelaar/terreinbeheerder].

Het is duidelijk dat deze bepalingen de basis leggen voor de latere controlemogelijkheden tijdens exploitatie én een maat zijn voor de uiteindelijke 'scope' van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit die bereikt wordt. Conform het gewijzigde ministerieel besluit dienen alle mogelijkheden van afname en verbruik van elektriciteit te worden afgedekt. In onderstaande voorbeeldclausule in een akte van terbeschikkingstelling wordt het aan de CO<sub>2</sub>-neutraliteit onderworpen elektriciteitsvolume uitgebreid tot alle geleverde en geproduceerde elektriciteit op het terrein:

*De kopers verbinden er zich toe hun elektriciteitsverbruik, inclusief eventuele elektriciteitsproductie indien aanwezig – verder het onderworpen elektriciteitsvolume genoemd – CO<sub>2</sub>-neutraal te hebben. De CO<sub>2</sub>-neutraliteit kan bekomen worden door het verbruik, en indien van toepassing door de productie, van groene stroom, en/of de*

*compensatie van de CO<sub>2</sub>-emissies tengevolge van het elektriciteitsverbruik en de eventuele -productie door de aankoop van emissiekredieten. In geen geval is het toegelaten op het bedrijventerrein door de kopers zelf grijze stroom te produceren of grijze stroom af te nemen van een bedrijfsexterne energie-installatie die gevestigd zou zijn op het bedrijventerrein. De productie van blauwe stroom is daarentegen wel toegelaten indien het volledige productievolume eveneens CO<sub>2</sub>-neutraal is. Deze verbintenis is een resultaatsverbintenis.*

*Hierbij wordt verstaan onder:*

*groene stroom: elektriciteit, opgewekt door gebruik te maken van hernieuwbare energiebronnen, zijnde alle andere energiebronnen dan fossiele brandstoffen of kernsplijting die op een duurzame wijze ingezet kunnen worden;*

*blauwe stroom: elektriciteit afkomstig uit kwalitatieve warmtekraftkoppeling, zijnde de gelijktijdige opwekking van warmte en kracht via een warmtekraftinstallatie, bepaald in hoofdstuk II van het besluit van de Vlaamse Regering van 7 september 2001 tot bepaling van de voorwaarden waaraan een kwalitatieve warmtekraftinstallatie moet voldoen;*

*grijze stroom: elektriciteit die geen groene of blauwe stroom is.*

Een punt van verbetering inzake de CO<sub>2</sub>-neutraliteit zou inderdaad mogelijk zijn door grijze stroomproductie op het terrein expliciet te verbieden, tenzij in het geval van kwalitatieve warmtekraftkoppeling (zie onderdeel 4.2.4.3.6.). Op heden is het immers mogelijk dat bedrijven individuele stroomproductie voorzien op basis van fossiele brandstoffen; zelfs de bouw van een grootschalige grijze stroomproductie-eenheid op het bedrijventerrein is mogelijk. Een dergelijke regeling strookt niet met het gedachtegoed achter de CO<sub>2</sub>-neutraliteitsregeling en bovendien zou voor een thermische installatie evengoed biomassa kunnen ingezet worden. Een verdere verbetering die nog ingevoerd kan worden, is de inclusie van restkracht, doch hiervoor dient vooreerst een aanvaardbare definitie van restkracht opgesteld te worden die kwaliteitscriteria meeneemt (zie onderdeel 4.2.1.), te vergelijken met een 'kwalitatieve' warmtekraftinstallatie. Zo kan restkracht gewoon opgenomen worden als groene stroomvoorziening.

### **5.1.1.2. Emissiefactor**

Indien een bedrijf de CO<sub>2</sub>-neutraliteit dient te halen door middel van de aankoop van emissiekredieten, dient deze de te compenseren hoeveelheid elektrische energie (kWh) te vermenigvuldigen met de *emissiefactor van het Vlaams fossiel elektriciteitspark*, waarbij *warmtekraftkoppelinginstallaties en netgekoppelde stoomturbines* niet mogen worden meegerekend (MB2009 Art. 6 §1). Wellicht worden hier gewoon alle warmtekraftinstallaties bedoeld, waaronder de vier voornaamste soorten zijn: de interne verbrandingsmotor, de gasturbine, de stoomturbine en de steg-centrale (zie onderdeel 4.2.4.3.6.). Om elektriciteit te injecteren in het distributienet of transmissienet, moeten ze uiteraard netgekoppeld zijn. Zowel het MB2007 als het MB2009 vermelden de te hanteren emissiefactor gelijk te zijn aan de vaste waarde van 0,6 kg CO<sub>2</sub>/kWh, zonder evenwel verdere referentie. Ter controle werd de gemiddelde emissiefactor berekend voor de energieproductie door alle thermische centrales, incl. netgekoppelde WKK's, voor België (niet Vlaanderen) dewelke voor 2005 uitkwam op 588 g CO<sub>2</sub>/kWh (zie Tabel 5.1) (cijfers 2005 gepubliceerd januari 2007 in (Federale Overheidsdienst Economie 2007)). Waarom hier precies het Vlaamse fossiel park wordt gekozen is onduidelijk, vermits energiemarkten in Europa overwegend nog nationaal georganiseerd worden, al zijn net de Nederlandse, Belgische, Luxemburgse en Franse markt sterk gekoppeld (PricewaterhouseCoopers LLP, Potsdam Institute for Climate Impact Research et al. 2010). De energie-input van het klassieke thermische elektriciteitspark in Vlaanderen, uitgezonderd netgekoppelde WKK's, bestaat uit 34% kolen, 49,3% aardgas, 4,6% olie, 4,7% afval en afvalgassen, en 7,4% biomassa (Couder, Verbruggen et al. 2007). De gemiddelde emissiefactor indien biomassa en afval meegerekend worden, zonder emissie's aan toe te kennen, bedraagt 560 g CO<sub>2</sub>/kWh (zelfde emissiefactoren). De

gemiddelde emissiefactor indien enkel de fossiele brandstoffen worden in rekening gebracht bedraagt 640 g CO<sub>2</sub>/kWh.

*Tabel 5.1: Aandeel thermische centrales in bruto-energieproductie (incl. netgekoppelde WKK's) en verdeling energiedragers in België - berekening gemiddelde emissiefactor (aardgas voor alle gasachtige brandstoffen ondersteld) (Federale Overheidsdienst Economie 2005; Federale Overheidsdienst Economie 2006; Federale Overheidsdienst Economie 2007; Federale Overheidsdienst Economie 2008; Federale Overheidsdienst Economie 2009; Federale Overheidsdienst Economie 2010)*

Energieproductie mix België (bruto)	thermische centrales	vaste brandstoffen	gasachtige brandstoffen	waarvan aardgas	vloeibare brandstoffen	gemiddelde emissiefactor (g CO <sub>2</sub> / kWh)
2008	38%	6,50%	31%	29%	0,50%	561,63
2007	38,90%	7,30%	30,70%	28,60%	0,90%	569,01
2006	39,30%	8%	29,70%	26,90%	1,60%	577,57
2005	40,60%	9,40%	29,20%	26,30%	2%	588,45
2004	40,50%	10,70%	27,90%	25,10%	2%	600,56
2003	40,50%	11,40%	27,90%	25,50%	1,20%	601,37

*Tabel 5.2: Emissiefactoren ter berekening van gemiddelde emissiefactor (Vlaamse Overheid 2007)*

Emissiefactoren	steenkool	extra zware stookolie	aardgas
g CO <sub>2</sub> /MJpr	92,708	76,593	55,82
g CO <sub>2</sub> /kWh	834,372	689,337	502,38
	ratio primair energie - elektrische energie		2,5

Een logische verklaring waarom de emissiefactor gekozen wordt als de gemiddelde waarde van een fossiel elektriciteitspark, kan gezocht worden in het feit dat het fossiel elektriciteitspark instaat om het topverbruik te dekken, namelijk alles boven wat de kerncentrales als continue basisproductie kunnen dekken, en wat groene stroominstallaties op dat ogenblik aanbieden op het elektriciteitsnetwerk (Laurikka, Kuusinen et al. 2002). Voor een marginale extra hoeveelheid stroomverbruik, zal het fossiel park inspringen, en dus een marginale extra hoeveelheid broeikasgassen uitstoten. Een bedrijf dat geen groene stroom wenst te verbruiken en dus vragende partij is voor de productie van een marginale hoeveelheid extra grijze stroom, is er dus de oorzaak van dat een extra hoeveelheid broeikasgassen uitgestoot wordt dat gemiddeld gezien gelijk staat aan de gemiddelde emissiefactor van het fossiel elektriciteitspark. Om deze reden is het logisch dat die emissiefactor toegepast wordt voor de aankoop van de emissierechten en niet de gemiddelde emissiefactor van alle geïnjecteerde elektrische energie op het elektriciteitsnet. Uiteraard is dit een simplificatie van de werkelijkheid. Onder meer is het zo dat op vandaag, zonder een productie-gestuurd verbruik (zie bijvoorbeeld (Farhangi 2010)), het fossiel elektriciteitspark ook instaat als back-up voor de verbruikers van groene stroom. Althans, zo is de situatie vandaag, maar deze is niet inherent aan groene stroomproductie voor de toekomst (zie hoofdstuk 4).

In het MB2007 en het MB2009 wordt een vaste emissiefactor voor alle niet-groene stroom gedefinieerd, onafhankelijk of deze grijze stroom afkomstig is van het elektriciteitsnet, of van lokale productie-installaties, ongeacht welk type installatie. In de praktijk kan de CO<sub>2</sub>-emissie van grijze stroom wel variëren naargelang de installatie van afkomst. Om die reden stelt de Handleiding CO<sub>2</sub>-neutraliteit voor andere emissiefactoren te hanteren wanneer grijze stroom 'op het bedrijf' geproduceerd wordt, waarbij dan de CO<sub>2</sub>-emissies zouden moeten bepaald worden door registratie van het elektriciteitsverbruik, het gewicht aan brandstof en/of het volume aan brandstof naargelang het type brandstof en de gebruikte techniek, conform Tabel 5.3. Merk op dat deze bepalingen echter in strijd zijn met het MB2007 en het MB2009 die slechts één emissiefactor toelaten, die ook hoger ligt dan verschillende onderstaande.

**Tabel 5.3: Gedifferentieerde emissiefactoren in de Handleiding CO<sub>2</sub>-neutraliteit (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009)**

Gemeten jaarenergiegebruik	CO <sub>2</sub> -emissie-factor [kg CO <sub>2</sub> /meeteenheid]
Aardgas	0,18 kg CO <sub>2</sub> /kWh aardgas
WKK op aardgas	0,25 kg CO <sub>2</sub> /kWh elektrisch
gasolie (lichte stookolie)	2,66 kg CO <sub>2</sub> /liter
WKK op gasolie	0,37 kg CO <sub>2</sub> /kWh elektrisch
(extra) zware stookolie	3,11 kg CO <sub>2</sub> /kg
propaan / butaan	2,88 kg CO <sub>2</sub> /kg

Hieronder volgt een praktische toepassing van bovenstaand principe. Ook hier is de emissiefactor voor de WKK eigenlijk niet conform de geldende bepalingen in het MB2007 en het MB2009, niettegenstaande de emissie van de elektriciteitsproductie inderdaad lager kan liggen, indien de warmte ook effectief nuttig wordt aangewend.

*Indien de koper op het terrein elektriciteit opwekt via fossiele brandstoffen (WKK, stroomgenerator,...) worden er andere emissiefactoren gehanteerd:*

*Kwalitatieve WKK op gas : 0,5 kg/kWh*

*Andere : 0,8 kg/kWh*

*Elke generator moet voorzien van een elektriciteitsmeter, die staat voor de eerste aftakking en voor de eerste gebruiker.*

### 5.1.1.3. Compensatie van emissies

De compensatie van resterende CO<sub>2</sub>-emissies kan uitgevoerd worden door de aankoop van verhandelbare emissiekredieten (MB2007 Art.7 §1). De projectgebonden internationale emissiekredieten van het soort emissiereductie-eenheid (ERU) of gecertificeerde emissiereductie-eenheid (CER) komen hiervoor in aanmerking (MB2007 Art.7 §2). Beide soorten werden ingevoerd in navolging van het Protocol van Kyoto (United Nations 1998; United Nations Framework Convention on Climate Change 2011). De mate waarin dergelijke kredieten wel degelijk voor een vermindering van de emissies zorgen bij de ontvangende partij varieert echter (The Gold Standard 2009). Vandaar dat ontwikkelaars en beheerders soms strengere eisen vooropstellen, hierbij sommige projecten uitsluitend of een extra certificatie door een strengere instantie, zoals The Gold Standard, eisend:

*De verhandelbare emissiekredieten die hiervoor in aanmerking komen, zijn de projectgebonden internationale emissiekredieten van het soort emissiereductie-eenheid, verder ERU genoemd, of de gecertificeerde emissiereductie-eenheid, verder CER genoemd. Deze CER's mogen niet afkomstig zijn van projecten m.b.t. bodemwijziging (zoals bebossingsprojecten), omdat de duurzaamheid van deze projecten veel moeilijker te meten en te garanderen is.*

Of ook:

*De kopers bekomen hun te compenseren CO<sub>2</sub>-emissies (in kg) door hun te compenseren volume elektriciteit (in kWh) te vermenigvuldigen met de emissiefactor van het Vlaamse fossiel elektriciteitspark, zijnde 0,6 kg CO<sub>2</sub>/kWh. De emissiekredieten die in aanmerking komen zijn de projectgebonden internationale emissiekredieten van*

*het soort emissiereductie-eenheid (ERU) of gecertificeerde emissiereductie-eenheid (CER), verleend overeenkomstig artikel 6 respectievelijk artikel 12 van het Protocol van Kyoto en de overeenkomstig het UNFCCC of het Protocol van Kyoto genomen besluiten. De emissiekredieten dienen evenwel te voldoen aan de kwaliteitsnormen van de Gold Standard en daartoe gecertificeerd te zijn.*

## 5.1.2. Rapportagemodaliteiten

Er is een jaarlijkse rapporteringsplicht voorzien voor de ondernemingen aan de beheerder, aantonende dat de onderneming aan de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* voldoet, conform de desbetreffende bepalingen die in de akten van terbeschikkingstelling opgenomen zijn (MB2007 Art. 8 §1). Het bedrijf zal het verbruik van groene stroom en/of de storting van voldoende emissiekredieten op de persoonstegoedrekening van het Vlaams Gewest bij het Nationaal Register<sup>6</sup> dienen aan te tonen (MB2007 Art. 7 §3; MB2009 Art. 3). De beheerder is verplicht om de naleving van de verbintenissen van de bedrijven te controleren en de gegevens ter controle door het Agentschap Ondernemen bij te houden (MB2007 Art. 9 §1).

Anderzijds kan de terreinbeheerder ook proactief tewerk gaan door zelf in te staan voor de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* van de ondernemingen en de kosten daartoe door te rekenen aan de bedrijven (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009). Zo kan de beheerder - of het parkmanagement met medewerking van de bedrijven (zie onderdeel 2.4.) - bijvoorbeeld emissiekredieten of garanties van oorsprong centraal aankopen en factureren aan de ondernemingen a rato van hun nog te compenseren CO<sub>2</sub>-emissies na gebruik van groene stroom, zoals in volgend praktijkvoorbeeld wordt gespecificeerd in een akte van terbeschikkingstelling.

*Als de koper ervoor opteert om aan de verplichting tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit te voldoen door geheel of gedeeltelijk het elektriciteitsverbruik te compenseren voor de CO<sub>2</sub>-emissies, worden de te compenseren CO<sub>2</sub>-emissies per kalenderjaar, uitgedrukt in kg, als volgt berekend: [...] In dat geval zal de koper maandelijks een voorschotfactuur moeten betalen, door storting op de hiervoor bestemde bankrekening van [de terreinontwikkelaar/terreinbeheerder]. De koper verleent aan [de terreinontwikkelaar/terreinbeheerder] de volmacht om met dit geld de nodige emissierechten aan te kopen. [...] Ten laatste op 15 maart van het jaar dat volgt op elk jaar waarin de koper moet voldoen aan de CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting ontvangt de koper een eindafrekening, waaruit zal blijken of hij een openstaand bedrag zal moeten betalen om de resterende CO<sub>2</sub>-emissies te compenseren, of een bedrag zal terugkrijgen. De betaling van deze eindafrekening gebeurt ten laatste op 31 maart van dat jaar.*

De documenten die de bedrijven dienen in te sturen ten bewijze van hun *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* worden vastgelegd in de akten van terbeschikkingstelling. Het MB2007 gaf daartoe een aanzet door melding van een contract van groene stroom en een bewijs van storting van verhandelbare emissiekredieten op het Nationaal register. Deze aanzet was toen expliciet opgenomen, maar was niet juridisch bindend. Ze werd ook geschrapt door het MB2009.

De Handleiding CO<sub>2</sub>-neutraliteit (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009) schrijft voor dat de facturen van elektriciteitslevering en eventueel het groenestroomcontract dienen ingeleverd te worden. In geval van zelfproductie van grijze stroom dienen foto's de meterstanden aan te tonen. In geval van aankoop van emissierechten dient de onderneming een bewijs van storting van de CER's of ERU's op de persoonstegoedrekening van het Vlaams Gewest bij het Nationaal register te leveren. In geval van de aankoop van garanties van oorsprong, dient de onderneming met een print van zijn account bij de certificatedatabank van de VREG de hoeveelheid garanties van oorsprong die deze wenst te gebruiken aan te tonen.

Terreinontwikkelaars vragen ondernemingen ook hun netmeters te laten controleren via het internet. Ook het verplicht 3-maandelijks doorgeven van de meterstanden komt voor; zelfs het verplicht doorgeven van de ter plaatse staande installaties, HVAC-installaties, ed. werd reeds opgenomen, zodat

de terreinbeheerder het opgegeven verbruik kan schatten op betrouwbaarheid. Omdat de rapportage dermate omvangrijk kan worden, door de vele opties en praktische mogelijkheden om tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* te komen, worden gedetailleerde voorschriften ook wel naar aparte reglementen verschoven om de aktes van terbeschikkingstelling niet dermate te verzwaren.

*[de terreinontwikkelaar/terreinbeheerder] wordt belast met de controle van de kopers op het naleven van hun verplichting tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit. De kopers maken jaarlijks ten laatste op 31 maart volgend op elk kalenderjaar waarin de CO<sub>2</sub>-neutraliteitseis voor hen van toepassing was, een rapport over aan [de terreinontwikkelaar/terreinbeheerder] met daarin het bewijs van CO<sub>2</sub>-neutraliteit. Voor de rapportage dient het Reglement rapportage CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsvolume en CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteitsproductie gevolgd te worden. De kopers verklaren hierbij in het bezit te zijn van dit reglement.*

*CO<sub>2</sub>-neutraliteit* valt moeilijk te controleren voor een terreinbeheerder. Alleszins groeien de administratieve lasten, ook al in het geval er aan de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* wordt voldaan op de eenvoudigste wijze, door het afsluiten van een groene stroomcontract. Een en ander kan mogelijk vlotter gemaakt worden door digitalisering en automatisatie. De automatische registratie van gedetailleerde meterstanden (van de netmeter maar ook van eventuele meters op productie-installaties en directe lijnen) laat niet alleen een vlottere controle en een minder belastende rapportage toe, maar is tevens een interessant gegeven voor het bedrijf zelf om zijn verbruik en bijhorend profiel te kennen, en om daarna dit profiel te begrijpen en te optimaliseren, daarmee terugkomend op het energiemangement eventueel aangeboden door de bedrijventerreinbeheerder (zie onderdeel 4.2.5.1.). Er zou dan uiteraard ook de mogelijkheid moeten kunnen geboden worden extra door het bedrijf gekozen meters mee te nemen in het systeem zonder dat de terreinbeheerder daar toegang toe hoeft te hebben. Ook kan een elektronisch loket voor de inlevering van alle documenten voor rapportage toelaten de administratie zowel bij de ondernemingen als bij de beheerder hanteerbaar te houden. De VREG staat trouwens toe dat het groenpercentage van de elektriciteitslevering op een zeker aansluitpunt van het distributienet eenvoudig kan opgevraagd worden per e-mail (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009).

### **5.1.3. Afdwingen van het *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik***

Om het *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* en eventuele lokale *CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteitsproductie* af te dwingen, dienen bij niet-uitvoering uiteindelijk sancties toegepast te worden. Het MB2007 bepaalde enkel dat de sancties in verhouding dienen te staan tot het mogelijk te lijden nadeel door de terreinbeheerder (MB2007 Art. 10). Dit nadeel bestaat uit de mogelijkheid dat zij haar beheerssubsidie kan verliezen (behoudens overmacht) indien de bedrijven niet voldoen aan hun *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* (MB2009 Art. 5). Deze sanctiemogelijkheden werden als onvoldoende ervaren. Na de wijziging van het MB2007 moeten thans de sanctiemogelijkheden niet meer in verhouding staan tot het potentiële nadeel van de terreinbeheerder maar in verhouding tot de overtreding zelf (MB2009 Art. 5). Hiertoe wordt een aanzet gegeven, bijvoorbeeld een forfaitaire schadevergoeding voor de terreinbeheerder, ofwel een indeplaatsstelling op kosten en voor risico van de overtreder door de beheerder of een derde om de maatregelen uit de niet nageleefde bepalingen alsnog uit te voeren (MB2009 Art. 5). De Handleiding *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* vermeldt het schadebeding of de forfaitaire schadevergoeding, het recht van wederinkoop, de indeplaatsstelling, de aankoop voor rekening en ten slotte de terugvordering indien de beheerder de subsidie wordt ontnomen (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009). De aankoop voor rekening kan evenwel ook omgezet worden van een sanctie naar een stimulans, door de kosten voor de aankoop van emissierechten standaard op te nemen in de parkmanagementvergoeding, tenzij een bedrijf wel aan de gestelde *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* voldoet en dit kan aantonen, zodat alsdan een korting op de parkmanagementvergoeding kan gegeven worden als beloning. De verschillende mogelijkheden tot het afdwingen van het *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* worden in onderstaande verder uiteengezet. Tabel 5.4 biedt een overzicht.

Tabel 5.4: 'Carrots and sticks' ter naleving van het CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteitsverbruik

Afdwingen van het CO <sub>2</sub> -neutraal elektriciteitsverbruik	Sanctie	Stimulans
aankoop voor rekening of indeplaatsstelling	• (gezien als boete nadat CO <sub>2</sub> -neutraliteit niet gehaald werd)	• (gezien als korting op parkmanagementvergoeding indien CO <sub>2</sub> -neutraliteit wel gehaald werd)
terugvordering van teruggetrokken subsidies	•	

### 5.1.3.1. Aankoop voor rekening of indeplaatsstelling

Met een clause tot indeplaatsstelling kan een schuldeiser in de plaats van de schuldenaar, en op diens kosten, een bepaalde verplichting uitvoeren die de schuldenaar niet, niet tijdig of verkeerd uitvoert. Om het CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik af te dwingen, kan de terreinontwikkelaar of -beheerder bijgevolg contractueel bedingen, via de akte van terbeschikkingstelling, dat deze het tekort aan CO<sub>2</sub>-emissierechten of garanties van oorsprong voor rekening van een bedrijf dat in gebreke blijft, zelf aankoopt. In geval van een passieve controle van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit (zie onderdeel 5.1.2.) dient deze vorm van indeplaatsstelling evenwel benadrukt te worden als een recht van de ontwikkelaar en beheerder, niet als een plicht. Zo niet zou een bedrijf dat in gebreke blijft een beheerder of ontwikkelaar zelf kunnen in gebreke stellen dat hij de compensatie niet uitvoert (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009).

De kostprijs wordt voor de aankoop van emissierechten en garanties van oorsprong vervolgens gefactureerd aan het bedrijf dat in gebreke blijft. Hierboven kan een (forfaitaire) vergoeding geëist worden voor de (administratieve) kosten voor de uitvoering van de maatregel. Bijvoorbeeld (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009):

*Ingeval de beheerder vaststelt dat door de gebruiker in een aangegeven jaar, waarvoor de verplichting tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit geldt, de verplichting tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit niet werd gehaald, stelt hij deze bij aangetekend schrijven in gebreke om de maatregelen te treffen nodig voor het behalen van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit en doet daarbij opgave van de hoeveelheid emissiekredieten die hij nodig acht om de CO<sub>2</sub>-neutraliteit voor het betrokken jaar te behalen. Indien de gebruiker binnen de 30 kalenderdagen vanaf de poststempel van voormelde aangetekende ingebrekestelling niet bewijst dat hij (zij) de verplichting tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit heeft (hebben) gerealiseerd, heeft de beheerder een discretionair keuzerecht, maar niet de plicht, om voor rekening en risico van de gebruiker de emissiekredieten te kopen die nodig zijn voor het realiseren van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit van de gebruiker voor het gegeven jaar. [...] De gebruiker is gehouden om op eerste schriftelijk verzoek van de beheerder de aankoopprijs van de emissiekredieten verhoogd met 5% ter vergoeding van de administratieve kosten van de beheerder voor de vaststelling, opvolging en remediëring van de niet-naleving van de verplichting tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit, te betalen door storting of overschrijving op rekeningnummer (xxx-xxxxxx-xx) van de beheerder. [...]*

### 5.1.3.2. Korting op de parkmanagementvergoeding

De aankoop voor rekening kan tevens gezien worden als een proactieve, stimulerende korting op bijvoorbeeld de parkmanagementvergoeding, indien een bedrijf dat wel zijn CO<sub>2</sub>-neutraliteit naleeft, geen kosten doorgeschoven krijgt van de terreinbeheerder voor de compensatie van zijn emissies. Volgens Henrichs (1992) is vanuit juridisch oogpunt en effectiviteit een incentive in plaats van een boete te kiezen. Een dergelijke regeling steunt evenwel op een automatische registratie van de

meterstanden voor de elektriciteitsvolumes die vallen onder de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting*. Deze wijze van afdwingen biedt het voordeel dat de parkmanagementvergoeding voor de aankoop van emissierechten ook aan andere maatregelen kan besteed worden die een lokale compensatie van de CO<sub>2</sub>-emissies kunnen verzorgen. Hier is een parkmanagement met medewerking van de bedrijven dan bijzonder goed geplaatst. Bijvoorbeeld:

*Verwijzend naar [hoofdstuk over CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting], verbinden de kopers en hun rechtsopvolger(s)/rechtverkrijger(s) zich ertoe om bij te dragen in de kosten voor het beheer en de ondersteuning van de bedrijven in de CO<sub>2</sub>-neutraliteit, volgens de hierna uiteengezette regeling. Deze bijdrage is van toepassing ingeval de kopers niet voldoen aan de voorwaarden tot gebruik opgenomen in deze overeenkomst onder [hoofdstuk over CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting], zijnde:*

- *de verplichtingen inzake de CO<sub>2</sub>-neutraliteit zoals beschreven in [...] van deze verkoopvoorwaarden;*
- *de rapportageverplichtingen inzake de CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting zoals beschreven in artikel [...] van deze verkoopvoorwaarden.*

*Kopers die wel voldoen aan bovenstaande voorwaarden genieten een vrijstelling van de CO<sub>2</sub>-neutraliteitsbeheersvergoeding. Het principe van de CO<sub>2</sub>-neutraliteitsbeheersvergoeding is dat [de terreinbeheerder] de kosten voor de aankoop van de emissiekredieten, dewelke noodzakelijk zijn voor de voldoening aan de verplichting tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit door de kopers via de optie tot compensatie van de CO<sub>2</sub>-emissies veroorzaakt door de kopers conform [hoofdstuk over CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting], doorrekent aan de kopers. De CO<sub>2</sub>-neutraliteitsbeheersvergoeding is jaarlijks aan [de terreinontwikkelaar/terreinbeheerder] verschuldigd. De CO<sub>2</sub>-neutraliteitsbeheersvergoeding is van rechtswege verschuldigd zonder dat daartoe enige aanmaning zal nodig zijn. [De terreinbeheerder] heeft het discretionair keuzerecht maar niet de plicht deze emissiekredieten aan te kopen. Hij kan eveneens andere opties tot voldoening aan de CO<sub>2</sub>-neutraliteit aanspreken, conform [hoofdstuk over CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting]. Dit wijzigt het bedrag van de CO<sub>2</sub>-neutraliteitsbeheersvergoeding echter niet. [De terreinbeheerder] dient alsdan wel zelf in te staan voor een eventueel financieel tekort. Anderzijds mag [de terreinbeheerder] een eventueel financieel overschot ook inzetten ten behoeve van het CO<sub>2</sub>-neutraliteitsbeheer op het bedrijventerrein. Als bijdrage voor het beheer van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit, verbinden de kopers er zich toe een jaarlijkse CO<sub>2</sub>-neutraliteitsbeheersvergoeding te betalen die gelijk is aan de kostprijs van de emissiekredieten, conform de desbetreffende bepalingen in [hoofdstuk over CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting - artikel over geldige emissiekredieten], die [de terreinbeheerder] dient of zou dienen aan te kopen voor de voldoening aan de verplichting tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit door de kopers conform [hoofdstuk over CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting - artikel over compensatie van CO<sub>2</sub>-emissies], verhoogd met 5% ter vergoeding van de administratieve kosten van de beheerder voor de vaststelling, opvolging en uitvoering van de verplichting tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit. De te compenseren CO<sub>2</sub>-emissies worden bepaald op basis van het te compenseren elektriciteitsvolume, zoals bepaald in [hoofdstuk over CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting], en door automatische metering geregistreerd, waarbij de [de terreinbeheerder] eveneens inzage in de meetgegevens heeft.*

### **5.1.3.3. Terugvordering**

Zoals eerder gesteld kan de terreinbeheerder zijn subsidie voor de uitvoering van het beheer verliezen indien niet alle bedrijven dewelke dienen te voldoen aan een *CO<sub>2</sub>-neutraal*



*elektriciteitsverbruik*, deze verplichting ook daadwerkelijk nakomen. De beheerder is gehouden de verplichting bij de bedrijven met alle (rechtvaardige) middelen tot zijner beschikking te doen naleven (MB2009 Art. 5).

Voor het voorkomend geval dat de beheersvergoeding wordt teruggevorderd, kan de ontwikkelaar of beheerder een clausule in de akte van terbeschikkingstelling (laten) opnemen, dat deze zich kan wenden naar de in gebreke gebleven ondernemingen (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009):

*Ingeval een subsidie geheel of gedeeltelijk wordt teruggevorderd door het agentschap omwille van de niet-naleving door de gebruiker van diens verplichting tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit, bezorgt de beheerder middels aangetekend schrijven kopie van de beslissing of het voornemen van het agentschap aan de gebruiker met aanduiding van de niet-naleving van de plicht tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit van de gebruiker die aanleiding geeft tot de terugvordering. Indien de gebruiker(s) van oordeel is (zijn) dat de terugvordering door het agentschap moet aangevochten worden, dient hij (dienen zij) daartoe een gemotiveerd standpunt over te maken aan de beheerder binnen de 15 dagen na de poststempel van voormeld aangetekend schrijven van de beheerder en binnen dezelfde termijn het bedrag van de terugvordering te storten op een geblokkeerde rekening op naam van de gebruiker. Tevens dient de gebruiker binnen de 60 kalenderdagen de betwisting van de terugvordering daadwerkelijk te starten voor de administratieve of burgerlijke rechter. Bij gebreke hiervan wordt de gebruiker onherroepelijk geacht te verzaken aan het recht om de terugvordering door het agentschap of het doorrekenen van de financiële last daarvan naar de gebruiker te betwisten. [...] Het bedrag gestort op de geblokkeerde rekening kan alleen worden vrijgegeven na voorlegging van een definitieve gerechtelijke uitspraak of dading, voor overschrijving op de rekening van, al naar gelang de inhoud van de gerechtelijke uitspraak of de dading, het agentschap of de gebruiker. [...] Indien de gebruiker de terugvordering door het agentschap niet (tijdig) betwist overeenkomstig het voorgaande, is hij onherroepelijk gehouden het bedrag van de terugvordering te storten of over te schrijven op het rekeningnummer (xxx-xxxxxx-xx) van de beheerder. [...]*

#### 5.1.3.4. Schadebeding

De terreinontwikkelaar of -beheerder kan een schadebeding opnemen in de aktes van terbeschikkingstelling. De onderneming als tweede partij van deze contractuele overeenkomst verbindt zich er dan toe een forfaitaire schadevergoeding te betalen, indien deze de verplichtingen waarop het schadebeding van toepassing is, bijvoorbeeld de verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik*, niet nakomt. Het opgenomen forfaitair bedrag dient evenwel een begroting te zijn van de schade die de terreinontwikkelaar of -beheerder kan leiden. Immers, in rechte kan de schadevergoeding verminderd worden indien deze kennelijk het bedrag van de schade overstijgt (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009). Bijgevolg zal het schadebeding eerder gelijken op de terugvordering dan wel op de aankoop voor rekening.

In de praktijk wordt vaak een schadebeding<sup>6</sup> opgenomen in de aktes van terbeschikkingstelling, voor diverse verplichtingen, zoals groenaanplanting, *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik*, uitvoering van maatregelen tot rationeel energiegebruik, bijvoorbeeld als een te betalen som per overtreding en per dag aan de terreinbeheerder. Een schadebeding dat een onderneming een vergoeding doet betalen per dag, week of maand e.d., heeft niet noodzakelijk een schadevergoedend karakter. Vaak is er immers geen schade voor de beheerder. Het schadebeding kan dan ook teruggeroepen worden op de rechtbank (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009). Toch kan een dergelijke clausule wel werken als afschrikkende, voor ondernemingen die geen juridische procedure wensen te starten (Henrichs 1992). Dit werkt echter een ongelijke behandeling tussen 'juridisch sterke' en 'juridisch zwakke' ondernemingen in de hand.

## 5.2. Stimuleren van de trias energetica-aanpak

De *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* tot het minimum herleid, m.a.w. het verplichten en afdwingen van een *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik*, blijkt vrij eenvoudig te integreren in de huidige praktijk van ontwikkeling van bedrijventerreinen. Er dient een beperkt aantal clausules te worden opgenomen in de aktes van terbeschikkingstelling. De beheersverantwoordelijke van het terrein dient voorts de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* jaarlijks te controleren en desnoods af te dwingen. Door het MB2007 en het MB2009 werd een vrij duidelijk formeel kader opgesteld, dat tegelijk toelaat verschillende opties te kiezen en controle mogelijk maakt.

Uit hoofdstuk 4 kan echter opgemaakt worden dat een *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik*, zoals gedefinieerd in het MB2009, niet noodzakelijk leidt tot een duurzame elektriciteitsvoorziening, laat staan tot een duurzame energievoorziening voor de bedrijven. De trias energetica-strategie werd niet opgenomen in de regelgeving, maar is toch van belang. Vanaf de eerste gesubsidieerde bedrijventerreinen hebben ontwikkelaars ook rekening gehouden met dit hiaat, waardoor allerlei richtlijnen inzake energie-efficiëntie op individuele basis werden ontwikkeld en ingeschreven. In tegenstelling tot het *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik*, zijn deze richtlijnen evenwel moeilijker af te dwingen, door de aard van de eisen maar ook doordat investeringen de initiële kosten verhogen van bedrijven. Strikt voorgeschreven maatregelen kunnen ook minimaliserend werken in plaats van maximaliserend. Een evenwicht moet gezocht worden tussen normeren en belonen of uitdagen.

Een actief, stimulerend maar ook faciliterend kader dringt zich op (zie ook hoofdstuk 4), eerder dan een louter passief, sanctionerend beleid. In ruil voor de extra verplichtingen op het terrein, staat slechts een korting op de kavelprijs door de subsidiëring van het terrein, die onzichtbaar is voor kandidaat-investeers. Ondernemingen - of hun ondernemersverenigingen (zie bijvoorbeeld (Voka 2007)) - voorafgegaan door de gemeenten waar dergelijke bedrijventerreinen gerealiseerd zullen worden, kunnen eerder de levenslange lasten aanschouwen, waardoor het voor de ontwikkelaar mogelijk niet eenvoudig zal zijn een verder doorgedreven *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* te realiseren en waardoor het voor de beheerder niet eenvoudig zal zijn ondernemingen de 'levenslange' verplichting te dwingen na te leven. In ruil voor de verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, dat weliswaar een groen imago oproept voor het bedrijventerrein en de gevestigde bedrijven, dienen in feite ook extra (zichtbare of voelbare) voordelen gecreëerd te worden, voordelen die ook liefst 'levenslang' gevoeld worden (zie ook het motiveren van deelname van bedrijven aan centrale of collectieve voorzieningen in onderdeel 2.3.). Daarnaast zal bovendien een communicatiestrategie nodig zijn die de voordelen van het *CO<sub>2</sub>-neutraal terrein* onderstreept.

Ook het Agentschap Ondernemen benadrukt dat indien bedrijven inspanningen van de bedrijventerreinontwikkelaar en/of -beheerder vaststellen, zij sneller overtuigd zullen raken van de meerwaarde van gevestigd te zijn op een *CO<sub>2</sub>-neutraal terrein* en hun enthousiasme zal toenemen (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009). Het MB2007 verwijst tevens uitdrukkelijk naar de mogelijkheid om maatregelen in die zin te nemen (MB2007 Art. 4). Er is met andere woorden nog veel potentieel in de betrokkenheid, de trekkersrol, de ondernemingszin en de actieve participatie van de terreinbeheerder.

### 5.2.1. Basisrichtlijnen voor energie-efficiëntie

Zoals hierboven gesteld dient een *CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening* uit te gaan van het trias energetica-concept. De eerste bekommernis is bijgevolg niet de neutralisatie van de CO<sub>2</sub>-emissie afkomstig van het elektriciteitsverbruik, doch wel de vermindering van het elektriciteitsverbruik zelf. Hoewel de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* deze niet meeneemt, is het terreinontwikkelaars en -beheerders wel toegestaan dergelijke verplichtingen of aanbevelingen, die uiteindelijk ten gunste staan van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, toe te voegen. In de praktijk op de *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* worden bijvoorbeeld toegepast:

1. richtlijnen inzake de efficiëntie van verlichtingsinstallaties;
2. richtlijnen inzake roterende elektrisch aangedreven apparaten (pompen, ventilatoren, compressoren);

3. richtlijnen inzake het rendement van elektrische motoren;
4. richtlijnen inzake koeling (en klassieke airconditioninginstallaties);
5. lijst aanbevolen REG-maatregelen (rationeel energiegebruik);
6. scan naar maatregelen tot rationeel energiegebruik gekoppeld aan criteria tot verplichting van potentiële maatregelen die uit de scan gedetecteerd worden;
7. verplichte energieboekhouding.

Hiermee wordt duidelijk gericht op gebouwmaatregelen en op de sectoroverkoepelende maatregelen (zie onderdelen 4.2.2.2. en 4.2.3.2.). De eerste vier voorbeelden zijn vaste maatregelen die in elk bedrijfsgebouw toepasbaar zijn, terwijl de volgende twee voorbeelden doelen op 'alle' mogelijke maatregelen die interessant kunnen zijn binnen een bedrijf. Beide kunnen elkaar aanvullen. In de praktijk blijven het allemaal vrij eenvoudige investeringen, maar waarbij toch al een sterke reductie in het energiegebruik kan worden bekomen. Het laatste voorbeeld tracht het energiebewustzijn ook te activeren voor de langere termijn. Enkele concrete voorbeeldclausules uit aktes van terbeschikkingstelling:

#### *Binnenverlichting*

*De verlichtingssterkte van alle verlichtingstoestellen die in een lokaal geplaatst zijn, dewelke kan bepaald worden door meting of berekening, moet zo laag mogelijk zijn, weliswaar rekening houdend met de gedefinieerde comfortcriteria inzake het minimale verlichtingsniveau en de minimale verlichtingsuniformiteit in de normen NBN EN 12464-1 Licht en verlichting. Werkplekverlichting. Deel 1: binnenwerkplekken. en NBN EN 1837 Veiligheid van machines. Integrale verlichting van machines. Het verlichtingssysteem dient zo veel als mogelijk uitgerust te worden met een aanwezigheidsdetectie, dimmers en schakelklokken, en het verlichtingsniveau dient zo veel als mogelijk automatisch rekening te houden met de daglichttoetreding, waarbij deze laatste wordt gestimuleerd met het oog op een meer comfortabele en productieve werkomgeving voor het personeel. De schakeling van de verlichting dient zo veel als mogelijk in verschillende compartimenten te worden georganiseerd zodat ongebruikte werkplaatsen niet onnodig verlicht dienen te worden.*

*Het maximale elektrisch verbruik van alle verlichtingstoestellen samen (incl. de hulpcomponenten zoals voorschakelapparatuur) die in een kantoorlokaal geplaatst zijn, moet beperkt worden tot maximaal 2 W/m<sup>2</sup>/100 lux (de referentie-oppervlakte heeft de grootte van de vloeroppervlakte geplaatst op 85 cm hoogte boven de vloer). Ook voor andere ruimten dient deze waarde zo dicht als mogelijk benaderd te worden.*

#### *Buitenverlichting*

*Voor buitenverlichting dient de norm NBN EN 12464-2 Licht en verlichting. Werkplekverlichting. Deel 2: werkplekken buiten. te worden gevolgd, voor wat betreft de gemiddelde verlichtingssterkte, de verlichtingsuniformiteit, de verblindingbeperking, de kleurweergave en de lichthinder. Het verlichtingssysteem dient zo veel als mogelijk uitgerust te worden met een aanwezigheidsdetectie en schakelklokken. Reclameverlichting dient gedoofd te zijn tussen 0u en 6u 's nachts.*

*De kopers zijn verplicht een quickscan rationeel energiegebruik (quickscan REG) aan te vragen bij [de terreinontwikkelaar/terreinbeheerder]. Deze quickscan is in hoofdzaak gericht op de installaties voor de uitvoering van de bedrijfsactiviteit en zal aan de hand van de bouwplannen en de plannen van de technische installaties verdere mogelijkheden van rationeel energiegebruik scannen. Het betreft een scan die eruit bestaat om een aantal REG-maatregelen te overlopen en de technische toepasbaarheid en economische haalbaarheid ervan te schatten. Naast de mogelijke*

*REG-maatregelen zal de quickscan tevens aandacht besteden aan potentiële opportuniteiten op vlak van de benutting van alternatieve energiebronnen. [...]*

*De kopers zijn verplicht de technisch mogelijke en door de regelgeving toegestane maatregelen die uit de quickscan REG volgen met een terugverdientijd van ten hoogste 3 jaar, uit te voeren. De verplichting geldt opnieuw indien een nieuwe quickscan REG wordt uitgevoerd. [...]*

*De kopers zijn verplicht elke 5 jaar een nieuwe quickscan REG aan te vragen bij [de terreinontwikkelaar/terreinbeheerder]. [...] Ingeval de kopers tijdens bedrijfsvoering aanpassingen uitvoeren aan het gebouw waarvoor opnieuw een stedenbouwkundige vergunning noodzakelijk is en/of aanpassingen uitvoeren aan hun bedrijfsinstallaties die een fundamentele verandering kunnen teweeg brengen aan het energiegebruik, hebben de kopers het recht de eerstvolgende quickscan vervroegd te laten uitvoeren door [de terreinontwikkelaar/terreinbeheerder] opdat het ontwerp van het gebouw en/of de installaties optimaal rekening kan houden met rationeel energiegebruik. De eerstvolgende quickscan zal dan normalerwijze opnieuw 5 jaar later uitgevoerd worden.*

*Actieve koeling (airconditioning) dient maximaal vermeden te worden. Minstens dienen luifels boven zuidelijk gerichte vensters, de plaatsing van zonnewering aan zuidelijk en westelijk gerichte vensters en dakvensters, en passieve koeling via nachtventilatie eerst toegepast te worden.*

*De kopende partij is verplicht een energieboekhouding te voeren. Zij mag dit in eigen beheer doen of dit opdragen aan een derde. Een volledig bijgewerkte energieboekhouding moet op eenvoudig verzoek van [de terreinbeheerder] binnen de tien dagen aan hem worden voorgelegd.*

De uitbreiding naar CO<sub>2</sub>-neutraliteit en rationeel energiegebruik op vlak van warmtevoorziening is minder voor de hand liggend, maar is juridisch en technisch zeker niet onmogelijk. Vooral het rationeel energiegebruik in gebouwen kan relatief eenvoudig gestimuleerd worden, uitgaande van het EPB-kader (zie onderdeel 4.2.2.1.1.), bijvoorbeeld door:

1. richtlijnen inzake de verwarmingsinstallaties in kantoren, bedrijfshallen, bedrijfswoningen;
2. richtlijnen inzake de isolatie en energieprestatie van kantoren, bedrijfshallen, bedrijfswoningen.

Gebouwen en hun energieprestatantie zijn achteraf moeilijk aan te passen aan hogere isolatie- en energieprestatie-eisen. Vandaar dat strengere eisen dan de huidige (eveneens geleidelijk aanscherpende) Vlaamse EPB-eisen aanvaardbaar kunnen zijn (Theorie van de onherroepelijkheid van Aviel Verbruggen (Hoffman 2010)). Een praktijkvoorbeeld:

*Naargelang de bestemming van de gebouwen wordt door de geldende Vlaamse EPB-regelgeving, ingesteld door [...], verschillende eisen gesteld op vlak van de energieprestaties en het binnenklimaat van gebouwen. Deze worden op het bedrijventerrein, in afwijking van [...], zolang de onderstaande eisen niet minder streng worden dan vigerende regelgeving [...], als volgt verstrengd:*

- |       |  |
|-------|--|
| 1     | <i>EPB-eisen voor nieuwbouw</i>  |
| 1.1   | <i>Thermische isolatie</i>   |
| 1.1.1 | <i>In afwijking van artikel 3 2°, geldt voor nieuw op te richten woongebouwen, kantoorgebouwen en gebouwen met een andere specifieke bestemming,</i> |

- dat voor het gebouw als geheel het peil van globale warmte-isolatie niet meer mag bedragen dan K30.*
- 1.1.2 *In afwijking van artikel 4, geldt voor nieuw op te richten industriële gebouwen dat voor het gebouw als geheel het peil van globale warmte-isolatie niet meer mag bedragen dan K40;*
  - 1.1.3 *In afwijking van artikel 5, geldt voor nieuw op te richten kantoorgebouwen dat voor het gebouw als geheel het peil van globale warmte-isolatie niet meer mag bedragen dan K35, indien het kantoorgebouw aan elk van de volgende voorwaarden voldoet:*
    - 1.1.3.1 *het heeft een beschermd volume kleiner dan 300 m<sup>3</sup>;*
    - 1.1.3.2 *het maakt deel uit van een industrieel gebouw;*
    - 1.1.3.3 *alle kantoordelen samen omvatten ten hoogste 40% van het totaal beschermd volume van de delen kantoor en industrie samen.*
  - 1.2 *E-peil*
  - 1.2.1 *In afwijking van artikel 12 §1, mag het E-peil voor nieuw op te richten woon- en kantoorgebouwen niet hoger zijn dan E60.*
  - 1.2.2. *In afwijking van artikel 12 §3, mag het E-peil voor nieuw op te richten kantoorgebouwen niet hoger zijn dan E70, indien het kantoorgebouw aan elk van de volgende voorwaarden voldoet:*
    - 1.2.2.1 *het heeft een beschermd volume kleiner dan 300 m<sup>3</sup>;*
    - 1.2.2.2 *het maakt deel uit van een gebouw met een andere specifieke bestemming of van een industrieel gebouw;*
    - 1.2.2.3 *alle kantoordelen samen omvatten ten hoogste 40% van het totaal beschermd volume van de delen kantoor en industrie samen of van de delen kantoor en andere specifieke bestemming samen.*
  - 2. *EPB-eisen bij herbouwen, uitbreiden, verbouwen en functiewijziging*
  - [...]

Maatregelen tot rationeel energiegebruik in warmtetoepassingen voor bedrijfsprocessen worden op dezelfde wijze benaderd als voor elektrische toepassingen. Ze worden meegenomen in de scan, de lijst der aanbevolen REG-maatregelen of de voorschriften voor een energieboekhouding.

## 5.2.2. Uitbreiding van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit tot de warmtevoorziening

Zowel de Europese Commissie als de beleidsnota van huidig Vlaams minister voor Energie leggen sterk de nadruk op de toename van het gebruik van 'hernieuwbare warmte' (Commission of the European Communities 2007b; Van den Bossche 2009). Ook hier zijn zowel compensatie van de veroorzaakte emissies door het verbruik van fossiele brandstoffen als het verbruik van groene warmte een mogelijke optie om een soortgelijke CO<sub>2</sub>-neutraliteit eveneens voor deze emissiebron (deel van scope 1, soms scope 2 ingeval van externe warmtelevering, zie onderdeel 4.1.1.) te bereiken. De uitbreiding tot warmte biedt bovendien een incentive tot een meer integraal energiebeheer binnen bedrijven en bedrijventerreinen. Een verplichting tot CO<sub>2</sub>-neutrale warmtevoorziening kan op heden perfect opgelegd worden voor kantoren en bedrijfswoningen - en bijvoorbeeld gerealiseerd worden met behulp van biobrandstofverbranding maar beter nog door middel van een warmtepomp en zonnethermie. Niet in alle bedrijfshallen kan momenteel al gewerkt worden met een warmtepomp, omwille van te hoge installatiekosten, een te groot vereist luchtdebiet, geen gebruik van luchtverwarming, etc. Waar een technische en financieel haalbare mogelijkheid bestaat tot het installeren van een CO<sub>2</sub>-neutrale warmtevoorziening, voor lage of hoge temperatuurstoepassingen, kan de verplichte inzet van deze wel al aangewezen zijn. Anderzijds kunnen ook ter voorbereiding van een

latere toepassing, richtlijnen meegegeven worden die de compatibiliteit met een groene warmtevoorziening vergroten of verzekeren, zoals bijvoorbeeld een voldoende lage temperatuur van de warmteafgifteonderdelen of de mogelijkheid tot aansluiting op een externe warmtevoorziening komende van restwarmte bijvoorbeeld (zie hoofdstuk 4). Vanaf het ogenblik dat garanties van oorspong voor warmte (of gas) in het leven worden geroepen, kan een volledig analoge en overkoepelende CO<sub>2</sub>-neutraliteitsregeling voor elektriciteit en warmte ingevoegd worden. Het aanbod van groen gas bijvoorbeeld bestaat reeds in Nederland.

### 5.2.3. Normeren en stimuleren... en ondersteunen

Het CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteitsverbruik door elk bedrijf op een nieuwe kavel op een bedrijventerrein dat gesubsidieerd wordt onder het nieuwe subsidiebesluit is in elk geval verplicht, is het niet rechtstreeks door eigen uitvoering, dan is het wel doordat de terreinbeheerder de CO<sub>2</sub>-neutraliteit vervolledigt en de kosten daarvoor doorschuift naar de bedrijven. Maatregelen van de terreinontwikkelaar/-beheerder die verder gaan zijn evenwel optioneel voor de ontwikkelaar/beheerder. Deze kan die maatregelen dan ook zelf al dan niet verplichten aan de zich te vestigen bedrijven. Steeds komen deze maatregelen niet alleen ten goede van de CO<sub>2</sub>-emissiereductie, maar bieden ze ook een kostenvoordeel - mogelijk zelfs strategisch voordeel - voor de investeerders, al dient men steeds enige terugverdiensijd te respecteren (zie Tabel 5.5).

Tabel 5.5: Voorbeelden van enkele eenvoudige energie-efficiëntiemaatregelen (gemiddelde waarden) (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009)

	Maatregel	Min. besparing	Max. besparing	Min. TVT (jr.)	Max. TVT (jr.)
Koeling	brenge een pompschakeling/toerenregeling aan	35%	35%	1	4
Koeling	pas automatische ontluchting toe	5%	25%	2	5
Koeling	vertraagd inschakelen van compressoren	5%	15%	2	4
Verlichting	pas hoog frequente voorschakelapparatuur toe (HF)	20%	40%	3	7
Verlichting	pas spiegeloptiekarmaturen toe	5%	40%	2	5
Verlichting	verdeel de verlichting over meerdere groepen	5%	20%	5	10
Perslucht	pas een frequentieregeling toe op de compressor	0%	30%	1	10
Perslucht	benut de afvalwarmte van compressoren	5%	20%	1	10
Perslucht	pas blaaspistolen met venturi toe	10%	70%	1	7
TVT : terugverdiensijd					

De verhoogde investeringen kunnen evenwel afschrikken, protest oproepen, zeker zonder een gepaste toelichting inzake de noodzaak en tegelijk de financiële/strategische opportuniteit van eventuele verdergaande verplichte energie-investeringen. Deze kunnen ontstaan aan de zijde van de bedrijven zelf, van bedrijvenverenigingen, of ook aan de zijde van de gemeenten (politici) bijvoorbeeld die zo min mogelijke regelgeving en kosten verlangen voor de vestiging van hun lokale bedrijven om zo

de kans op ontevreden ondernemers te minimaliseren. Ten vierde kan er weerstand ontstaan bij ambtenaren of dienstverleners die op voorhand al, al dan niet terecht, verwachten dat politici of bedrijven niet algemeen enthousiast kunnen of zullen reageren.

Eenzijds dienen grote energiegebruikers al een energieplan of energiestudie op te stellen, of zijn ze reeds aangesloten in een Auditconvenant of Benchmarkingconvenant (zie onderdelen 4.2.3.1.2. en 4.2.3.1.3.). Anderzijds worden de meeste bedrijfskavels ingenomen door KMO's die vrijgesteld zijn van dergelijke energieplanning/-studie en is de penetratie van energie-efficiënte maatregelen bij KMO's laag (Waldmann en Keuc 2009). Verplichte energie-investeringen met een terugverdienperiode van slechts enkele jaren worden als acceptabel gezien voor zover ondernemingen de verhoogde investeringslasten kunnen dragen, al is dit laatste ook dikwijls subjectief. Langere terugverdienperiodes en/of hoge extra investeringen, die desondanks het energiegebruik of de CO<sub>2</sub>-emissies sterk kunnen reduceren, kunnen op weerstand botsen bij het ene maar ook evengoed enthousiast ontvangen worden bij het andere bedrijf (Castelain 2010) (de factor bedrijfscultuur). En toch, om even in perspectief te plaatsen, in Nederland stelt de Wet milieubeheer dat alle bedrijven alle maatregelen met een terugverdientijd kleiner dan vijf jaar moeten uitvoeren (De Buck, Hueting et al. 2008). Anderzijds zijn de kennis van en expertise in energiematerie (het verbruik, de mogelijke investeringen in rationeel energiegebruik en energiemanagement) binnen KMO's dikwijls erg ondermaats, ook zelfs indien het de kernactiviteit toch aangaat (bijvoorbeeld passiefstandaard voor bouwfirmas), waardoor de praktische lasten groot zouden kunnen ervaren worden.

De voornaamste barrière zou echter het gebrek aan werkelijk strategisch belang van energiemaatregelen zijn (tot op heden) en minder bovenstaande 'symptoombarrières' (zie onderdeel 4.2.3.4.). Het is aan de terreinontwikkelaar en -beheerder om de mogelijke praktische, juridische, financiële en andere problemen uit de weg te gaan, dan wel reactief of proactief trachten aan te pakken. Het is dan aan de terreinontwikkelaar en -beheerder al dan niet die maatregelen te verplichten of te belonen, eventueel daar waar nodig mee praktisch te ondersteunen, en door te zetten in een hoge ambitie, gesteund bovendien door een uitgebreide, kennis-ondersteunde en doelgerichte communicatie, dan wel extra maatregelen aan te bevelen of volledig achterwege te laten. Indien bedrijven daadwerkelijk tot actie wensen of zullen (moeten) overgaan, biedt men meteen een zeer geschikte dienstverlening en geschikt bedrijventerrein voor vestiging aan.

Zo heeft men voor het bedrijventerrein Ecofactorij (95 ha) in Nederland bijvoorbeeld basisverplichtingen inzake duurzaamheid geformuleerd en daarbovenop een extra stimuleringssysteem ontwikkeld (Apeldoorn 2010; Van Orden 2010b), te vergelijken met de onderverdeling in een basispakket en optioneel pakket inzake parkmanagementdiensten (Van Eetvelde, Delange et al. 2005). Minimale duurzaamheidseisen werden vastgelegd in een vestigingspakket, en omvatten bijvoorbeeld de verplichte afname van duurzame energie, het zoveel mogelijk hergebruiken van water en grondstoffen en vervoersmanagement. Een pluspakket is een optioneel pakket van meer ambitieuze duurzaamheidsdoelstellingen met product- en procesinnovaties en duurzaamheid op vlak van de bedrijfsinrichting. Des te meer maatregelen bedrijven doorvoeren, des te groter de korting op de kavelprijs wordt, tot maximum 10% (Wesselink, Simons et al. 2009). Bij het eerste contact blijken ondernemingen de eisen op vlak van duurzaamheid inderdaad lastig te vinden. Na enkele jaren van aanwezigheid op het terrein veranderde die weerstand echter in enthousiasme door kostenbesparing, maar ook doordat bedrijven de redenen erachter begrepen, waardoor zij ze zelf sterk zijn beginnen te verdedigen (Van Orden 2010a). Met de parkmanagementcoöperatie hebben de bedrijven gezamenlijk zelfs geïnvesteerd in een privaat elektriciteitsnet, en hebben zij een contract afgesloten met een derde partij voor de bouw van 5 windturbines dewelke elektriciteit zullen leveren op het private net. In het begin kende het terrein een traag uitgiftetempo, wat echter vooral te wijten was aan de economische toestand, en het feit dat vele geïnteresseerde bedrijven een activiteit hadden die niet in het bestemmingsplan opgenomen was. Men heeft het bestemmingsplan dan gewijzigd en de situatie verholpen (Van Orden 2010a).

Ook op TaigaNova Eco-Industrial Park (53 ha) in Canada worden bedrijven geconfronteerd met een ambitie van de terreinontwikkelaar inzake duurzaamheid (zie onderdeel 3.3.4.). Ten eerste is er een uitgebreid pakket aan verplichte maatregelen, ten tweede wordt verwacht van de kandidaat-kopers dat

zij zich bijkomend engageren tot extra duurzaamheidsmaatregelen, en wordt hun kandidatuur voor een kavel hierop geëvalueerd. Desondanks kent het bedrijventerrein een snelle uitgifte, weliswaar geholpen door een schaarste aan grond. Bedrijven worden voor hun inspanningen bovendien beloond door een lagere gemeentebelasting (Marwah 2010b; TaigaNova Eco-Industrial Park 2010).

Met een dergelijke aanpak wordt eveneens in Vlaanderen geëxperimenteerd. In onderstaand voorbeeld, clausules uit een akte van terbeschikkingstelling, biedt een terreinontwikkelaar aan de bedrijven zelf de mogelijkheid tot het formuleren van extra maatregelen tot duurzaamheid en tot de beperking van hinder. De kandidaat-investeerdere dienen deze te formuleren in het kader van een vestigingsaanvraag.

*De duurzame maatregelen, door de koper zelf opgegeven in zijn vestigingsaanvraag, worden verder uitgewerkt in het vestigingsdossier van de koper. In de authentieke akte worden deze duurzame maatregelen nader omschreven, zoals ze uitgewerkt zijn in het vestigingsdossier, zodat ze effectief gerealiseerd worden bij de bouw- en terreinaanleg. De koper verbindt zich tot de realisatie van de volgende bijkomende duurzame maatregelen: [maatregelen zelf op te geven door de koper in zijn vestigingsaanvraag, onder andere op vlak van energiezuinig gebouwonwerp, isolatie, verwarming, ventilatie, water, elektriciteit, afval, bedrijfsinrichting, waarvoor voorbeeldmaatregelen opgegeven worden]*

*De maatregelen ter voorkoming van hinder, door de koper zelf opgegeven in zijn vestigingsaanvraag, worden verder uitgewerkt in het vestigingsdossier van de koper. In de authentieke akte worden deze maatregelen ter voorkoming van hinder nader omschreven, zoals ze uitgewerkt zijn in het vestigingsdossier, zodat ze effectief gerealiseerd worden bij de bouw- en terreinaanleg. De koper verbindt zich tot het treffen van de volgende bijkomende maatregelen ter voorkoming van hinder: [maatregelen zelf op te geven door de koper in zijn vestigingsaanvraag, op vlak van stof, geur, lawaai, licht, emissie/afvalstoffen uit productieproces, afvalwater uit productieproces, bodemvervuiling, luchtvervuiling en verkeer]*

Dit principe van de sollicitatie kan zeer efficiënt zijn wanneer de grond schaars is. De terreinontwikkelaar van bovenstaand voorbeeld profiteert hiervan en meldt ook dat bedrijven niet weten wanneer een bedrijf voor de ontwikkelaar voldoende maatregelen treft. Een minimumdrempel is aldus niet bekend. Deze onzekerheid leidt tot extra maatregelen.

Verplichte richtlijnen vestigen de aandacht van ondernemers, en verplicht tot het niet loslaten van die aandacht. Dit is een zeer voorname waarde, gezien die aandacht voor energie zeker bij KMO's niet gegarandeerd is. Maar gedetailleerde regels zoals inzake de verlichting, de verwarming, de gebouwen, de motoren e.d., hebben ook hun beperkingen. Vele andere maatregelen zijn mogelijk die niet te voorspellen zijn, zoals in de processen, dewelke zelfs sterkere energiereducties kunnen teweeg brengen (zie onderdeel 4.2.3.). Het is onbegonnen werk voor bedrijventerreinontwikkelaars en onwerkbaar tevens ongewenst voor bedrijven om alle maatregelen voor alle types van gebouwen en processen uit te schrijven in juridische clausules (Henrichs 1992). De aanpak van specifieke richtlijnen toont haar limieten om dit in de praktijk ver door te trekken. Daarbij is het probleem van afdwingbaarheid niet eens aangeraakt. Anderzijds worden op dit moment vooral eenvoudige maatregelen beschreven, die evenwel al een goede ondersteuning bieden voor vele KMO's.

Motiveren is te verkiezen boven straffen, juridisch gezien maar ook technologisch (Henrichs 1992). Normeren leidt steeds tot het nastreven van een minimum niet tot het maximum. Zowel de Ecofactorij als TaigaNova EIP tonen aan dat ook door het belonen en het uitdagen van bedrijven resultaten - soms zelfs verrassende resultaten - te boeken zijn, en niet alleen door gedetailleerde richtlijnen op te geven. Op TaigaNova bijvoorbeeld zou een wasserij zich vestigen die haar heet water en chemicaliënverbruik sterk zal reduceren door een radicaal ander wasproces toe te passen (TaigaNova Eco-Industrial Park 2010). Op Ecofactorij is een postbedrijf gevestigd dat reeds enkele jaren



volledig *CO<sub>2</sub>-neutraal* werkt voor scope 1 en 2 (Sandd 2010). Een koelbedrijf zet warmterecuperatie op haar koelinstallaties in, gebruikt het warmteopslagsysteem in de bodem voorzien door de bedrijventerreinontwikkelaar, en zet voor haar koelinstallatie geen broeikasverhogende en synthetische koudemiddelen in, aldus Grolleman Coldstore (2010). Daarnaast komt een bedrijvencentrum en informatiecentrum op het terrein dat ver gaat in de opzet van een duurzaam kantoorgebouw. Eerder spraken we al van het beheer van een privaat elektriciteitsnet en de aanbesteding van de plaatsing van windmolens door de parkmanagementcoöperatie. Op beide bedrijventerreinen en tevens bij het experiment in Vlaanderen wordt de vestigingsaanvraag als instrument gehanteerd. Het ogenblik waarop bedrijven hun duurzaamheidsmaatregelenpakket uitwerken, zijn zij dus nog niet zeker van hun bedrijfskavel. De Ecofactorij kan niet profiteren van een grondschaarste, maar beloont de beter presterende bedrijven wel met een korting op kavelprijs. De Vlaamse ontwikkelaar kan wel genieten van een grondschaarste en heeft bovendien een goedkopere grondprijs dan private concurrenten in de streek. Op TaigaNova wordt iedereen dan weer beloond door een lagere lokale belasting, maar Taiga Nova EIP is de enige met een verplichting tot selectie van een minimum aantal maatregelen uit een pakket van optionele richtlijnen.

Toch geeft de praktijk aan dat het ook niet kan zonder minimumverplichtingen. Terwijl het ene bedrijf enthousiast doorgaat op het concept van het *CO<sub>2</sub>-neutraal bedrijventerrein* of radicale energiebesparende maatregelen doorvoert, zitten aan de andere kant van het spectrum ook steeds bedrijven die slechts de minimum vereiste inspanning leveren. Zowel voor Ecofactorij, TaigaNova EIP als het Vlaamse experiment stelde men ook een pakket aan minimumvereisten op. Uit bovenstaande kunnen we stellen dat dit nodig is aangezien kleine bedrijven en middelgrote ondernemingen dikwijls niet wakker liggen van hun energiegebruik en -bevoorrading en dus minimumverplichtingen die aandacht moeten vestigen. Een eenvoudige doorlichting kan al opportuniteiten ontdekken en voor eventuele opvolging zorgen. Verder is er een nood aan minimumverplichtingen aangezien de Ecofactorij aantoonde dat zelfs de meest enthousiaste bedrijven eerst enkele jaren moesten wennen aan het idee (deze gewenning is ook vernoemd door Roberts (2004) voor een eco-industrieel park in Australië). Alsdan dienen basisverplichtingen zich minstens te richten op investeringen die na enkele jaren om technische of financiële redenen moeilijk opnieuw aangepast kunnen worden.

Een dergelijke strategie van normeren en stimuleren (of carrots and sticks<sup>7</sup>) kan tevens gecombineerd worden met verdere ondersteuning vanwege de beheerder of externe partijen tijdens het effectieve ontwerp van de gebouwen en de installaties (zie ook hoofdstuk 4). De terreinbeheerder kan een scan naar mogelijke maatregelen tot rationeel energiegebruik en tot inzet van hernieuwbare energieproductie op zich nemen of zelf uitbesteden, als dienstverlening aan de investeerders. Zijn verder gedetailleerde studies voor een of meerdere maatregelen opportuun, dan kan de beheerder bedrijven in contact brengen met experts terzake.

Op het bedrijventerrein Laarakker (85 ha) bijvoorbeeld, opnieuw in Nederland, werd de doelstelling voor het terrein inzake energie gesteld op de volledige lokale zelfproductie van de gebruikte energie op het terrein. Om duurzaamheid in ruime zin en onder meer energie-efficiëntie en hernieuwbare energieproductie te stimuleren bij de individuele bedrijven, staat een uitgifteteam de bedrijven bij bij het ontwerp, additioneel aan een mogelijke korting op de kavelprijs voor sterk presterende bedrijven (Wesselink, Simons et al. 2009).

Tijdens de operationele fase van het bedrijventerrein en de bedrijven, kan de beheerder (of een partij in opdracht van deze) eveneens een dienst van energiemanagement aanbieden. Door automatisatie van de meteropname en de vrije toevoeging van gedetailleerde meetgegevens door de bedrijven, biedt de beheerder alvast een instrument aan voor een energieboekhouding. Bedrijven kunnen ook bijgestaan worden door tips om het energiegebruik en de energievoorziening te optimaliseren. Dergelijke concrete en nuttige informatie werkt veel beter dan louter energiedata (zie onderdeel 4.2.3.5.).

Op het bestaande bedrijventerrein Hessenpoort in het Nederlandse Zwolle, een bedrijventerrein (290 ha) gericht op grote ondernemingen, voor productie, groothandel, bouw, transport, distributie en reststoffenverwerking, hebben de gevestigde ondernemers dan weer de uitdaging aangegaan om de CO<sub>2</sub>-emissie met 9% te reduceren. Ondernemers wordt tevens de mogelijkheid geboden om gebruik te

maken van een koude/warmte-opslagsysteem op het bedrijventerrein. De gemeente biedt bedrijven een gratis milieuscan aan op basis van de bouwplannen, uitgevoerd door een gespecialiseerd bureau. De kansen om een duurzamer bedrijfspand te realiseren, inclusief de energievoorziening worden gedetecteerd. De onderneming is evenwel niet verplicht de adviezen te volgen (Wesselink, Simons et al. 2009).

De praktijkvoorbeelden tonen aan dat bedrijvenontwikkelaars en -beheerders gerust een heel stuk kunnen doorzetten in hun energieambitie, maar dat daartegenover wel een extra communicatie, en praktische en/of financiële ondersteuning naar de bedrijven nodig of gewenst is. Minimumverplichtingen zijn nodig, doch ze dienen aangevuld te worden met een uitdagend of belonend systeem zodat ook enthousiaste bedrijven niet streven naar een minimum maar wel naar een maximum. Indien bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders praktische ondersteuning en zichtbare voordelen voor bedrijven aanbieden, kunnen bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders, en daardoor bedrijventerreinen, zich beginnen differentiëren. Anderzijds, indien ontwikkelaars en beheerders inderdaad bedrijven ondersteunen bij praktische barrières, zoals informatie en expertise, zou dit de haalbaarheid van een verscherping van het algemene regelgevend kader eveneens kunnen vergroten. Een centraal energiemanagement op het bedrijventerrein kan bijgevolg zowel voor bedrijven als voor de overheid een meerwaarde betekenen.

#### 5.2.4. Sancties en incentives

Verplichtingen gaan hand in hand met sancties wanneer ze niet nagevolgd worden. Het beding in geval van terugvordering van subsidies kan hier niet ingezet worden aangezien de extra maatregelen eveneens niet verplicht zijn voor de terreinontwikkelaar/-beheerder. Ook staat het schadebeding in dit geval eveneens zwak. De indeplaatsstelling kan evenwel ingeroepen worden (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009).

*Indien de beheerder vaststelt dat de maatregel zoals vastgesteld in artikel [...] niet is uitgevoerd, stelt hij de gebruiker bij aangetekend schrijven in gebreke de maatregel onmiddellijk uit te voeren. Indien de uitvoering van de maatregel niet is aangevat binnen de 30 kalenderdagen na de poststempel van de aangetekende ingebrekestelling en de gebruiker de beheerder daarvan niet de schriftelijke bevestiging met de passende bewijsstukken heeft overgemaakt, heeft de beheerder het discretionair keuzerecht, maar niet de plicht, de maatregel zoals vastgesteld in artikel [...] zelf uit te voeren of te doen uitvoeren voor rekening en risico van de gebruiker, zonder voorafgaande rechterlijke machtiging. [...] De maatregel wordt uitgevoerd op kosten en risico van de gebruiker. De gebruiker is daarenboven de administratieve kosten van de vaststelling van de niet-uitvoering, de ingebrekestelling van de gebruiker, de implementatie en de opvolging van deze maatregel verschuldigd, dewelke worden begroot op 5% van de factuur voor de uitvoering van de maatregel. [...]*

De uitvoering van een terugkooprecht zou eveneens kunnen ingezet worden, al is dit niet evident. Als alternatief kan echter het verlijden van de akte worden uitgesteld, en de kavel enkel worden gereserveerd tot wanneer het architectuurplan en het plan van de installaties volledig opgemaakt worden, en een stedenbouwkundige vergunning wordt bekomen. Zo werkt men op het bedrijventerrein A12 Ede-Veenendaal in Nederland bijvoorbeeld met een kostenloze reservatiemogelijkheid voor de eerste 6 maanden en wordt ook op het bedrijventerrein Hoeksche Waard het gebouwwontwerp afgewacht en begeleid vooraleer de kavel effectief wordt verkocht (Wesselink, Simons et al. 2009), net zoals op Evolis in Kortrijk (Intercommunale Leiedal 2011). Een dergelijke aanpak zet ook een snelle uitvoering van de bouwwerken (SB2007 Art. 9 4°) kracht bij.

Incentives of beloningen daarentegen kunnen gezocht worden in bijvoorbeeld een reductie op de verkoopprijs van de kavel aan het bedrijf, in een uitstel van betaling van de koopsom, in een reductie van de jaarlijkse parkmanagementbijdrage, of in een reductie van belastingen. Zo wou Genk bijvoorbeeld zijn motorenbelasting inruilen voor een Kyoto/Kopenhagen-taks: "Inspanningen voor eigen

groene energieproductie leveren zo een onmiddellijk vermindering op voor het bedrijf. Ook rationeel energiegebruik zal sneller terugverdiend zijn en zorgen voor een lagere K-taks. Indien het economisch wat moeilijker is en een bedrijf stil ligt, moet er niets betaald worden, aangezien er dan ook geen energie verbruikt wordt.”, zegt burgemeester Wim Dries (De Persgroep 2010).

Een reductie op de koopsom kan bekomen worden op verschillende wijzen: door een teruggave van een deel van de koopsom na uitvoering van de facultatieve maatregelen, door de koopsom met een deel te verminderen en als waarborg te laten vaststellen op een financiële rekening,... (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009). In onderstaand voorbeeld wordt de bankwaarborg gehanteerd:

*Tot waarborg van de naleving van alle verplichtingen en maatregelen onder [...] van deze verkoopvoorwaarden, draagt de koper aan [de terreinontwikkelaar/terreinbeheerder] een garantiebrief (origineel document) van zijn bankinstelling over, waaruit blijkt dat deze bankinstelling zich borg stelt voor een bedrag van xxx EUR (xxx EUR, zijnde 7,5 EUR per m<sup>2</sup> aangekochte perceelsoppervlakte indien perceel <2500m<sup>2</sup> of 6 EUR per m<sup>2</sup> aangekochte perceelsoppervlakte indien perceel >2500m<sup>2</sup>), aan [de terreinontwikkelaar/beheerder] uit te betalen indien de koper de verplichtingen vermeld onder [...] van deze verkoopvoorwaarden niet is nagekomen binnen een termijn van 5 jaar na het ondertekenen van de authentieke akte. De koper dient deze garantiebrief voor te leggen op eerste verzoek voorafgaand aan het verlijden van de authentieke akte.*

*Na de volledige uitvoering van alle maatregelen van alle verplichtingen en maatregelen onder [...] van onderhavige overeenkomst, heeft de koper recht op de vrijgave van de bankgarantie.*

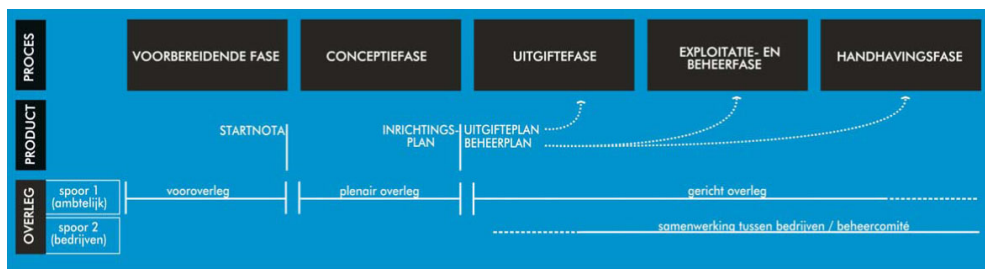
*Een deel van de bankgarantie wordt vrijgegeven na uitvoering van:*

<i>Verplichtingen waarvoor bankgarantie</i>	<i>Bedrag van borgstelling</i>
<i>Bouw- en exploitatieverplichtingen</i>	<i>Hetzij 2,5 EUR/m<sup>2</sup> indien &lt;2500m<sup>2</sup> Hetzij 2 EUR/m<sup>2</sup> indien &gt;2500m<sup>2</sup></i>
<i>Basisverplichtingen m.b.t. de toepassing van CO<sub>2</sub>-neutraliteit</i>	<i>Hetzij 2,5 EUR/m<sup>2</sup> indien &lt;2500m<sup>2</sup> Hetzij 2 EUR/m<sup>2</sup> indien &gt;2500m<sup>2</sup></i>
<i>Andere verplichtingen onder [...] waaronder maatregelen m.b.t. rationeel energiegebruik en duurzaamheid op perceelsniveau</i>	<i>Hetzij 2,5 EUR/m<sup>2</sup> indien &lt;2500m<sup>2</sup> Hetzij 2 EUR/m<sup>2</sup> indien &gt;2500m<sup>2</sup></i>

[...]

### 5.3. Communicatiestrategie voor CO<sub>2</sub>-neutraliteit

Gezien CO<sub>2</sub>-neutraliteit een geheel nieuw begrip is en als een omvattende en vergaande eis kan overkomen, is communicatie - verantwoorden, overtuigen, stimuleren - erg belangrijk. Hetzelfde geldt voor eventuele extra maatregelen die de CO<sub>2</sub>-emissiereductie ondersteunen. Die communicatie van de terreinontwikkelaar/-beheerder dient twee partijen aan te spreken: uiteraard de bedrijven, echter voorafgegaan door de gemeente(n), eventueel provincie, Vlaamse Overheid en ook nutsmaatschappijen (zie Figuur 5.1). De nood aan dit tweesprekenoverleg is nodig voor een duurzame ontwikkeling van bedrijventerreinen (WES Onderzoek en Advies en Universiteit Gent 2005), en wordt bevestigd in het kader van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit.



Figuur 5.1: Tweesparenoverlegproces parallel aan het ontwikkelingsproces van een bedrijventerrein (WES Onderzoek en Advies en Universiteit Gent 2005)

### 5.3.1. ...naar overheid en nutsmaatschappijen toe

De ontwikkeling van een bedrijventerrein - de locatiekeuze, het terreinontwerp, het opstellen van de uitgifte-regels en de beheersregels - gebeurt in een nauw overleg met de gemeente (of meerdere) waar het bedrijventerrein gelokaliseerd wordt.

Al tijdens de voorbereidende fase wordt door de terreinontwikkelaar best een vooroverleg georganiseerd, waarbij de administraties en besturen die tijdens het ontwikkelingsproces betrokken zullen zijn, uitgenodigd worden. Het algemeen doel van dit vooroverleg is de gevoeligheden in en het belang van randvoorwaarden en uitvoeringsmodaliteiten te leren kennen (WES Onderzoek en Advies en Universiteit Gent 2005). Ook de CO<sub>2</sub>-emissiereductieambities komen best hierbij alvast aan bod. Een goede duiding, verantwoording en haalbaarheid van de visie op de CO<sub>2</sub>-neutraliteit op het bedrijventerrein, evenals van de geplande flankerende maatregelen, is hierbij noodzakelijk, inclusief duiding van het effect van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit op de bedrijven zelf: de lasten, de baten, de kansen.<sup>8</sup> Het gewicht op de schouders van bedrijven vormt een wezenlijk onderdeel van discussie in de praktijk. Echter, hoe beter de bedrijfsomgeving zelf ontworpen en ingevuld wordt, om de gestelde energie-eisen te kunnen verwezenlijken, des te gemakkelijker het voor de bedrijven wordt: zelfproductie van energie en energie-efficiëntie zijn haalbaarder als het terreinontwerp en de voorzieningen hiertoe zijn vormgegeven. Ook de voordelen voor omwonenden en de gemeente zelf kunnen benaderd worden. Deze fase is een belangrijke fase in het ontwikkelingsproces van een CO<sub>2</sub>-neutraal bedrijventerrein. Een formele goedkeuring van het geplande CO<sub>2</sub>-neutraliteitskader door de gemeente en een politieke publieke ondersteuning is in elk geval de beste garantie op continuïteit van het project, zeker bij grotere ambities (DHV Groep 2010).

Tijdens de conceptiefase worden plenaire overlegmomenten ingericht waarbij de administraties formele goedkeuring dienen te geven inzake het inrichtingsplan. Veel CO<sub>2</sub>-neutraliteitsprincipes kunnen al worden ingewerkt in het inrichtingsplan - zie onderdeel 3.2.2.1. en zie ook hoofdstuk 6 - waardoor het plenair overleg een cruciale schakel vormt in het ontwikkelingsproces. Ook het overleg met nutsmaatschappijen is noodzakelijk. In het traditionele geval van een openbaar elektriciteitsnet, dient duidelijk de aard van een CO<sub>2</sub>-neutraal bedrijventerrein en de bijhorende stimulering van maximale lokale energieproductie zeker meegegeven te worden voor het ontwerp van de nutsvoorziening.

Tijdens de uitgiftefase komen gerichte overlegmomenten aan bod, met bijvoorbeeld de distributienetbeheerders, de gemeente inzake stedenbouwkundige vergunningen, etc. De eisen op vlak van CO<sub>2</sub>-neutraliteit worden hier opnieuw meegenomen waar relevant.

### 5.3.2. ...naar bedrijven toe

Kandidaat-investeers kunnen op drie verschillende manieren reageren op het CO<sub>2</sub>-emissiereductiepakket dat hen voorligt op hun gekozen bedrijventerreinen: met enthousiasme, met weerstand of elke reactie blijft uit.

Energiemaatregelen blijken in de praktijk bij veel ondernemers sterke interesse weg te dragen. Toch is het zeker niet hun eerste bekommernis, is de interne kennis en expertise veelal onvoldoende,

en blijft de uitvoering dikwijls ondermaats. Door de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* worden investeerders echter gedwongen toch enigszins hun energievoorziening kritisch onder de loep te nemen. Vooral ingeval extra verplichtingen, beloningen of eventueel aanbevelingen door de terreinontwikkelaar/beheerder naar voor worden geschoven, worden bedrijven gedwongen dan wel aangespoord die aandacht niet te laten verslappen en de nodige stappen te zetten zichzelf erin te verdiepen of anderen hierover aan te spreken en opdracht te geven.

Ondernemers kunnen ook reageren met desinteresse, of gewoon niet. Juridisch vertaalde verkoopvoorwaarden van verplichte energiemaatregelen zijn niet altijd even eenvoudig in praktische termen om te zetten door de kandidaat-investeerders. Bovendien zijn er ook veel kandidaat-investeerders die de terbeschikkingstellingvoorwaarden niet ten gronde doornemen, en zich de gestelde eisen in het elektriciteitsverbruik, in de toe te passen energiemaatregelen in de gebouwen en de installaties niet realiseren (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009). Als gevolg dreigt ook een gebrek aan realisatie van de gestelde eisen zonder bijkomende communicatie. Echter, tijdens de uitgiftefase ondertekenen bedrijven de clausules tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* in de akten van terbeschikkingstelling en engageren ze zich wel tot het in de praktijk brengen van de noodzakelijke maatregelen. Een verstaanbare vertaling van de eisen met betrekking tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* is dus noodzakelijk. Een verplichting tot reflectie alvorens een effectieve kandidaatstelling, zoals bij TaigaNova EIP en de Ecofactorij, kan de aandacht vestigen en de bewustwording stimuleren.

Tijdens de voorbereidende fase en ontwerpfase van het ontwikkelingsproces van het bedrijventerrein kan alvast een brede communicatie gevoerd worden, inzake de locatie, de doelgroep en ook inzake de voordelen van het bedrijventerrein. De verkoop van een duurzamer bedrijventerrein verschilt eigenlijk weinig van een gewoon bedrijventerrein, zo is de ervaring op de Ecofactorij. In de verkoop is enthousiasme over het terrein nodig, dienen de sterktes belicht te worden. Dit kan de duurzaamheid zijn, maar in eerste instantie gaat het over de bedrijfsruimte zelf, de goede locatie bijvoorbeeld, de goede bereikbaarheid, de kwaliteit (Van Orden 2010a). In deze context kan ook energievoorziening als een sterkte uitgebuit worden: lage energiekosten, stabielere energiekosten, energiezekerheid, het strategische voordeel, etc. Ook de eventuele uitgebreide dienstverlening van de terreinbeheerder en het parkmanagement is een sterkte van het terrein. Vele publicaties over het bedrijventerrein kunnen de locatie in de kijker zetten en interesse opwekken (Van Orden 2010a). Dit zal echter gemakkelijker gaan, naarmate de kwaliteiten van het terrein hoog liggen, onder andere op energievlak en op vlak van duurzaamheid.

De eerste ervaringen in Vlaanderen zijn voorzichtiger. Naarmate de ervaring uitbreidt en het vertrouwen in deze praktijk zal groeien, alsook naarmate lokale politici, burgers en ondernemers zich sterker scharen achter een duurzame energievoorziening, zal wellicht ook de wijze van communicatie nog veranderen. In Figuur 5.2 wordt een voorbeeld van een aanpak die zeker voor kleine tot middelgrote ondernemingen, dewelke veelal intern weinig specialisatie tot de energiematerie opgebouwd hebben, nuttig kan zijn.



Figuur 5.2: Communicatiestrategie tijdens de uitgiftefase uit de praktijk

Ter ondersteuning biedt de terreinbeheerder van bovenstaand voorbeeld tevens meerdere brochures aan met daarin een overzicht van de mogelijke maatregelen tot energie-efficiënte gebouwen

en een overzicht van de meeste alternatieve energievoorzieningen. Ook een summiere brochure met de praktische vertaling van de concrete *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichtingen*, met daarin de precieze eisen en de mogelijke partijen die daartoe aangesproken kunnen worden, wordt meegegeven met de kandidaat-investeerders tijdens de uitgifteprocedure.

## 5.4. Kennisopbouw

Bewustzijn, kennis en expertise in de trias energetica en emissiereductie bij bedrijven en terreinontwikkelaars en -beheerders behoren niet tot de basisvaardigheden. Een zeker bewustzijn en kritische kijk zullen wellicht geleidelijk ontstaan, maar voor specifieke maatregelen zal steeds een ondersteuning nodig zijn.

De lancering van het nieuwe subsidiebesluit SB2007 en vooral de daarbij gepaarde *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsvereiste* (MB2007 en MB2009) gingen in eerste instantie gepaard met een grote ongerustheid inzake de haalbaarheid en methodologie die het vereist of gedacht werd te vereisen. Enkele pionierende terreinontwikkelaars ontwikkelden op eigen kracht een summier deelplan *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*; andere pioniers omringden zich met talrijke juridische, technische, financieel-fiscale en beleidsgerichte consultants om de nodige kennis te vergaren voor de eerste en navolgende projecten. Na die eerste ervaringen heeft het uitvoerend agentschap in Vlaanderen, het Agentschap Ondernemen, dan de meest essentiële informatie voor het opstellen van een deelplan *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* laten bundelen en verwerken in de Handleiding *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009), opnieuw door een uitgebreid team van consultants, gestuurd door de voornaamste pioniers en Vlaamse instanties, zoals de VREG en het VEA. Op die manier wordt de kennis gestructureerd en ter beschikking gesteld van de vele ontwikkelaars dewelke met vele gelijkaardige vragen zitten, en veelal dezelfde instrumenten inzetten.

De handleiding zal zeker niet alle vragen wegnemen, ook zullen ontwikkelaars wellicht verdere, alternatieve en betere maatregelen ter bevordering van de *CO<sub>2</sub>*-reductie uittesten. Zoals in KMO's was eveneens bij terreinontwikkelaars en -beheerders voorheen geen speciale expertise in deze materie aanwezig en is die ook nu nog slechts onvolledig, zelfs bij diegene die zich goed omringden. Bovendien vraagt de opbouw van het *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsbeleid* en de uitvoering ervan op de terreinen, met inbegrip van eventuele actievare rollen die gespeeld kunnen worden, zeker indien telkens grondiger tewerk kan worden gegaan, een steeds grotere investering in kennisopbouw en personeel of externe expertise. Een blijvende kortsluiting en centralisatie van kennis, expertise en praktijkvoorbeelden, en een blijvend 'lerend netwerk' onder ontwikkelaars en beheerders is zeker welkom om de evolutie en optimalisatie vlugger en kosten-efficiënter tot uitvoering te laten komen. Het Agentschap Ondernemen zou een dergelijke rol in de toekomst kunnen blijven vervullen, om zo terreinontwikkelaars en beheerders de nodige expertise aan te reiken of minimum snel te kunnen op weg zetten, en bovendien de nodige instrumenten te verschaffen.<sup>9</sup> Bijkomend kan extra kennis centraal uitgebouwd worden inzake juridische, economische, ruimtelijke, technische en sociale aspecten (zie hoofdstuk 2) van de *CO<sub>2</sub>*-reducties op bedrijventerreinen. In de stadsregio Rotterdam, in het kader van gestelde ambities inzake broeikasgasemissiereductie en de uitvoering van maatregelen op bedrijventerreinen, vragen de gemeenten aan de stadsregio een gelijk speelveld te creëren (overal in de regio dezelfde vestigingseisen inzake energiematregelen), het regionaal uitzetten van een uniforme methode om besparingspotentieel op te sporen, en het uitwisselen van kennis en ervaring en monitoring (De Buck, Huetting et al. 2008). Een gelijk speelveld bij nieuwe bedrijventerreinen verhindert dat bedrijven die gemeente kiezen en dus belonen die de minst stringente maatregelen voorschrijft, waardoor initiatieven van ambitieuze gemeenten afgestraft worden.

Anderzijds kunnen gespecialiseerde instanties en ook private spelers de terreinbeheerders in de dagelijkse praktijk bijstaan wanneer specifieke kennis aan bod komt en een zekere expertise aan de dag dient gelegd te worden. Denken we hierbij bijvoorbeeld aan de rol die het Agentschap Ondernemen ook speelt in het uitvoeren van energiescans bij ondernemingen, ook ter ondersteuning voor ontwikkelaars van *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen*, of de rollen die de Carbon Trust in het Verenigd Koninkrijk speelt in het ondersteunen van ondernemingen in de reductie van het energiegebruik en de broeikasgasemissies onder meer bij ondernemingen (zie Kader 5.1). Terreinbeheerders kunnen hun

opdracht op die manier beperken tot een eerste aanspreekpunt voor ondernemingen. Voor het besproken TaigaNova Eco-Industrial Park in Canada wordt bijvoorbeeld een workshop voor kopers van kavels georganiseerd onder leiding van de Canada Green Building Council, niet door de ontwikkelaar zelf (TaigaNova Eco-Industrial Park 2010). Sterker nog, het projectmanagement van zowel TaigaNova als Innovista Eco-Industrial Park liggen niet bij de ontwikkelaars Wood Buffalo Housing and Development Corporation respectievelijk het dorp Hinton zelf, maar werden op hun beurt weer uitbesteed aan een privaat plannings- en ingenieursbureau gespecialiseerd in industriële ontwikkeling en eco-industriële parken, Eco-Industrial Solutions Ltd. (Innovista Eco-Industrial Park 2010; TaigaNova Eco-Industrial Park 2010). De kosten lagen bovendien niet hoger dan voor de ontwikkeling van een normaal bedrijventerrein, ook duurde het ontwikkelingstraject niet langer dan voor een standaard terrein in Canada, aldus de dienstverlener (Marwah 2010a).

#### Kader 5.1: Gespecialiseerde ondersteuning voor ondernemingen en overheden in het Verenigd Koninkrijk

The **Carbon Trust** is een non-profit organisatie, opgezet en ondersteund door de overheid, als antwoord op de klimaatverandering, om de transitie naar een koolstofarme economie te versnellen. The Carbon trust verleent gespecialiseerde ondersteuning aan de private en publieke sector. Ze geven advies omtrent reductie van broeikasgas uitstoot, energiebesparing en schone technologieën (The Carbon Trust 2010).

- Voorziet online tools en checklists.
- Voert energie-audits uit.
- Organiseert events.
- Biedt interestvrije leningen aan voor energie-investeringen.
- Ondersteunt carbon management.
- Voert carbon footprint analyses uit en certificeert producten en diensten.
- Labelt bedrijven die hun carbon footprint meten, managen en reduceren.
- Investeren in nieuwe koolstofarme bedrijven.
- Ondersteunt beleid voor het ondersteunen van de koolstofarme economie.
- Biedt business support voor ondernemingen met koolstofarme focus.
- Voorziet risicokapitaal.
- ...

## 5.5. Impact van de Vlaamse *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* op de bedrijventerreinen

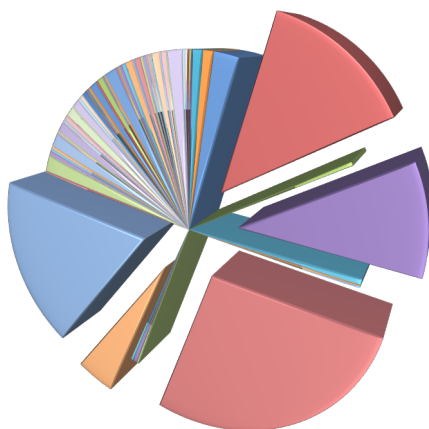
Om de impact van de huidige invulling van *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* in te schatten, bekijken we vanuit verschillende bronnen hoe groot het aandeel van het elektriciteitsverbruik in het totale energiegebruik bedraagt, en welk aandeel van de CO<sub>2</sub>-emissies daarmee samenhangt. Daartoe lichten we drie bestaande bedrijventerreinen door, die evenwel niet onder de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* vallen. Dit laat ons wel toe reeds volledig uitgegeven en volledige functionerende bedrijventerreinen te beschouwen. We kunnen ook een schatting bekomen vanuit een steekproef die gehouden is bij beperkt verbruikende Vlaamse KMO's, en ten slotte bieden ook het MIRA en het VITO inzicht in het energiegebruik in Vlaanderen van de industrie en de tertiaire sector.

Uit onderstaande voorbeelden blijkt dat het aandeel van de CO<sub>2</sub>-emissies van elektriciteit in het stationaire energiegebruik sterk afhankelijk is van bedrijf tot bedrijf, van sector tot sector, en eveneens van bedrijventerrein tot terrein, met opgetekende ultieme grenzen tussen 2 en 94%. Het gemiddelde van de industrie ligt op 33%, het gemiddelde van kantoren en administraties ligt op 58%. Uiteraard zal slechts een beperkt aantal bedrijven gelokaliseerd zijn op *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen*, zodat het

effect van deze maatregel alsnog erg beperkt blijft, denken we hierbij bovendien aan het beperkte aandeel van deze broeikasgasemissies in de volledige carbon footprint. Anderzijds is deze maatregel wel een zeer kosteneffectieve maatregel voor de bedrijven, gezien groene stroom ongeveer evenveel kost als grijze stroom, en investeringen in eigen groene stroomproductie zichzelf terugverdienen.

### 5.5.1. Bedrijventerrein Sappenleen Poperinge

Sappenleen te Poperinge is een gemengd lokaal, regionaal bedrijventerrein van 80 ha groot, opengesteld in 1967. Het terrein huisvest 103 KMO's met daarbij ook meerdere handelsactiviteiten. Het gezamenlijke elektriciteitsverbruik bedroeg er in 2009 19 720 MWh (247 MWh/ha); het totaal gasverbruik voor diezelfde periode 24 080 MWh (301 MWh/ha) (gegevens Eandis). Het primair eindenergiegebruik bedroeg dus respectievelijk 49 300 MWh en 24 080 MWh, of samen 0,26 PJ (zie Figuur 5.3). De CO<sub>2</sub>-emissies veroorzaakt door dit energiegebruik bedroegen in 2009 respectievelijk 11 832 ton CO<sub>2</sub> (berekend aan de hand van de emissiefactor uit het MB2009) en 4 840 ton CO<sub>2</sub> (berekend aan de hand van de emissiefactor uit het Monitoringplan 2008-2012 (Vlaamse Overheid 2007)). Zou dit bedrijventerrein ontwikkeld zijn geweest als een CO<sub>2</sub>-neutraal bedrijventerrein, zou bijgevolg 71% van de CO<sub>2</sub>-emissies van het terrein, veroorzaakt door het energiegebruik<sup>10</sup>, gereduceerd kunnen zijn. Dit is een grote winst. Daarbij kan een extra CO<sub>2</sub>-reductie bijgeteld worden indien er flankerende maatregelen worden getroffen die ook het warmteverbruik bij de bedrijven verminderen.



*Figuur 5.3: Het primair eindenergiegebruik op Sappenleen wordt gedomineerd door enkele grootverbruikers (gegevens Eandis)*

Doch het kan wellicht nog beter. Het grootste energiegebruik is toe te schrijven aan slechts 5 ondernemingen. Toch bedraagt het hoogst genoteerde primair eindenergiegebruik slechts 0,07 PJ, en is bijgevolg geen enkel bedrijf verplicht een energieplan uit te werken. Mocht het bedrijventerrein echter één bedrijf geweest zijn, kan dit bedrijf zich wel toevoegen tot het Auditconvenant en dient het een energieplan op te stellen en alle energie-investeringen met een intern rendement van minimum 13,5% te detecteren en uit te voeren. Mocht het terrein één bedrijf geweest zijn, het zou eveneens kunnen genieten van de voordelen die de Vlaamse Overheid biedt. Echter, door het ontbreken van een terreinoverkoepelend energieplan en het uitvoeren van alle relevante energie-investeringen, uiteraard alsook door het ontbreken van de erkenning van een centraal energiemanagement en -plan op bedrijventerreinen, genieten de gevestigde bedrijven niet van deze voordelen.

### 5.5.2. Bedrijventerrein Herdersbrug Brugge

Herdersbrug is gelegen ten noorden van Brugge, en is een gemengd regionaal bedrijventerrein dat 92 kleine en middelgrote ondernemingen huisvest. Het bedrijventerrein meet 228 ha en is opengesteld in 1970.

Het gezamenlijk elektriciteitsverbruik bedroeg in 2007 34 300 MWh (150 MWh/ha), het gezamenlijk gasverbruik was 121 000 MWh (530 MWh/ha), en het gezamenlijk oliegebruik werd geschat op 22 745 MWh (100 MWh/ha) (Block, Van Praet et al. in press). Het primair eindenergiegebruik bedroeg in 2007 gezamenlijk 229 495 MWh ofwel 0,826 PJ. De CO<sub>2</sub>-emissie kan geraamd worden op respectievelijk 21 kton CO<sub>2</sub>, 24 kton CO<sub>2</sub> en 6 kton CO<sub>2</sub>, samen 51 kton CO<sub>2</sub> (Block, Van Praet et al. in press). Zou dit bedrijventerrein eveneens ontwikkeld geweest zijn als een CO<sub>2</sub>-neutraal bedrijventerrein volgens de Vlaamse ondersteuningsregeling, dan zou de CO<sub>2</sub>-emissie



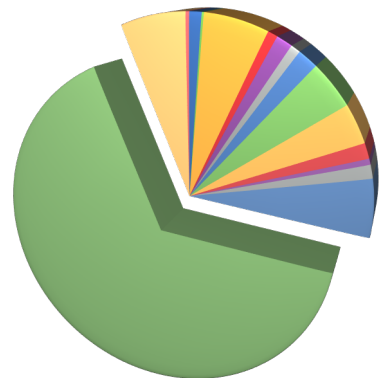
van het terrein 41% lager liggen dan nu. Dit is uiteraard niet het geval. Echter, de studie uitgevoerd op het bedrijventerrein door Block, Van Praet et al. (in press) in opdracht van de POM West-Vlaanderen heeft de aandacht van vele ondernemers op het terrein voor energiemaatregelen wel geactiveerd of gereactiveerd. Het gecreëerde inzicht biedt nu een goede basis om doelstellingen en een concreet actieplan voor de site op te stellen.

Op het bedrijventerrein staat bovendien een afvalverbrandingsinstallatie, waarvan een warmtenet vertrekt, met een capaciteit van 170 kton afval per jaar, en een 460 MWe gasgestookte STEG-centrale<sup>11</sup> voor elektriciteitsproductie (Block, Van Praet et al. in press). Daarnaast staan nog veertien 600 kW en zeven 1,8 MW windturbines op het terrein. De STEG-centrale stoot jaarlijks 840 kton CO<sub>2</sub> uit. De afvalverbrandingsinstallaties stoot 211 kton CO<sub>2</sub> waarvan 98 kton CO<sub>2</sub> van niet-biogene oorsprong is. Het is aannemelijk dat beide centrales zich niet zouden vestigen op een *CO<sub>2</sub>-neutraal bedrijventerrein*. Het is echter wel mogelijk dat de kavels voor beide centrales niet toegevoegd worden tot het dossier voor de aanvraag de subsidies. Door een handigheid in het inrichtingsplan van de totale site hoeft dit niet noodzakelijk een dermate verlies aan subsidies te betekenen. Hoewel deze centrales volgens de letter dan niet tot de CO<sub>2</sub>-emissie hoeven te worden gerekend, stoten zij wel degelijk deze CO<sub>2</sub> uit en nemen we ze hier dus toch mee. Alsdan betekent de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* dat slechts 21 kton van de in totaal 989 kton CO<sub>2</sub> vermeden wordt, of dus slechts 2%. Dit toont nogmaals aan dat *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* een erg relatief begrip is, en de scope en de andere grenzen duidelijk gedefinieerd en gecommuniceerd dienen te worden (zie ook hoofdstuk 4).

### 5.5.3. Bedrijventerrein Waggelwater Brugge

Het bedrijventerrein Waggelwater, opengesteld in 1969 meet 71 ha, is een gemengd bedrijventerrein van KMO's maar ook veel handel. 16 van de 65 bedrijven namen deel aan doorlichting van het energiegebruik en de detectie van potentiële lokale energieproductie. Het energiegebruik werd geïnventariseerd eind 2007. Het totaal elektriciteitsverbruik van deze bedrijven bedroeg toen 8 035 MWh/jaar (zie Figuur 5.4); het totaal gasverbruik bedroeg 6 261 MWh/jaar en het stookolieverbruik lag op 1 350 MWh/jaar. Het totaal primair eindenergiegebruik mat 26 486 MWh/jaar, ofwel net 0,1 PJ/jaar (Ingenium 2008). Zou dit bedrijventerrein onder *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsregeling* vallen, dan zou (geëxtrapoleerd) de CO<sub>2</sub>-uitstoot door het lokale energiegebruik met 56% gereduceerd zijn.

In dit geval werd wel een collectieve energieaudit uitgevoerd door het ingenieursbureau Ingenium in opdracht van de Provinciale Ontwikkelingsmaatschappij West-Vlaanderen. Bedrijven werden doorgelicht naar de reductiemogelijkheden in hun energiegebruik (bijvoorbeeld toepassen van stralingsverwarming in plaats van luchtverwarming en relighting voor een specifiek geval; weersafhankelijke regeling van de verwarming, isolatie van leidingen en betere isolatie van het gebouw voor een ander; ook persluchtdetectie werd meermaals opportuun geacht). Daarna werd de toepasbaarheid van verschillende hernieuwbare energietechnologieën afgetoetst (bijvoorbeeld fotovoltaïsche zonnepanelen, een lokaal warmtenet op een WKK of biomassa-installatie). Veel voorkomende problemen bleken te zijn: slechte isolatie en luchtdichtheid van het gebouw, ontbrekende warmterecuperatie op luchtextractie, niet goed onderhouden en verouderde centrale verwarmingsinstallatie, verouderde, slecht geregelde verlichtingsinstallatie, en ontbrekende persluchtdetectie. Ook op een grotere betrokkenheid van het personeel werd gehamerd (Ingenium 2008). De studie toont de waarde van een energiemanagement op een bedrijventerrein.



Figuur 5.4: Het elektrisch energiegebruik op Waggelwater wordt vooral gedomineerd door één grote verbruiker (Ingenium 2008)

### 5.5.4. Steekproef Vlaamse KMO's

Een steekproef van Voka (Decraecke 2008) van 15 Vlaamse KMO's met een primair eindenergiegebruik lager dan 0,1 PJ jaarlijks, verspreid over geheel Vlaanderen, spreekt over een gemiddeld jaarlijks elektriciteitsverbruik van 823 MWh. Het aandeel van het primair energiegebruik door het elektriciteitsverbruik ten opzichte van het totaal primair energiegebruik lag op 73% met een minimum van 50% en een maximum van 93%. Gemiddeld zou de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* dus zorgen voor een 76% reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie van het energiegebruik bij KMO's met een energiegebruik kleiner dan 0,1 PJ, indien we veronderstellen dat overige energiegebruik wordt ingevuld door enkel aardgas. Het minimum uit de steekproef komt dan op 54%, het maximum op 94%. Het aantal bedrijven in de steekproef is wel beperkt.

*Aandeel CO<sub>2</sub>-emissie van het elektriciteitsverbruik en het onderstelde gasverbruik (omzetting met emissiefactor voor elektriciteit uit het MB2009 en voor gas uit het Monitoringplan 2008-2012 (Vlaamse Overheid 2007) en met een 40% rendement voor de omzetting naar een primair elektriciteitsverbruik):*

$$\%E = \frac{73\% \cdot 0,6 \cdot \frac{1}{2,5}}{73\% \cdot 0,6 \cdot \frac{1}{2,5} + 27\% \cdot 0,201} = \frac{17,52}{22,947} = 76\%$$

$$\%W = \frac{27\% \cdot 0,201}{73\% \cdot 0,6 \cdot \frac{1}{2,5} + 27\% \cdot 0,201} = \frac{5,427}{22,947} = 24\%$$

### 5.5.5. Vlaanderen

De Kernset Milieudata MIRA-T 2008 geeft een overkoepelend beeld van de industrie voor Vlaanderen (zie Tabel 5.6) (Milieurapport Vlaanderen 2010). Het energiegebruik van de industriector, per energiedrager, wordt vermenigvuldigd met de emissiefactoren zoals opgegeven in het Vlaams Monitoringplan 2008-2012 (Vlaamse Overheid 2007), behalve voor het elektriciteitsverbruik waar de emissiefactor van het SB2009 wordt gehanteerd. Hieruit blijkt dat het gemiddeld aandeel van de CO<sub>2</sub>-emissie door het elektriciteitsverbruik in vergelijking met de totale CO<sub>2</sub>-emissie door het energetisch verbruik<sup>12</sup> op 33% ligt. Deze percentages komen overeen met de CO<sub>2</sub>-reductie ingeval deze sectoren onder de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* voor het elektriciteitsverbruik zouden vallen, hierbij echter wel de reeds verbruikte groene stroom verwaarlozend. Dit aandeel is dus sterk afhankelijk is van de sector, met de ijzer- en staalsector het laagste - 9% - en de papiersector en uitgeverijen het hoogste aandeel - 63% - vertonende. Hogere of lagere aandelen zijn uiteraard nog steeds mogelijk in individuele gevallen.

*Tabel 5.6: Kernset Milieudata MIRA-T 2008: CO<sub>2</sub>-emissie van eindenergiegebruik in de industrie per energiedrager (Milieurapport Vlaanderen 01/12/2010)*

CO <sub>2</sub> -emissie Vlaanderen 2007 (kton CO <sub>2</sub> /jaar)	kolen, cokes, koolteer	LPG	Gas-en diesel-olie	Zware stookolie	Aard- en mijngas	Elek-triciteit	Totaal	Aandeel Elek-triciteit
andere industrieën	0,0	115,8	120,9	90,8	281,3	725,4	1.334,2	54%
chemie	0,0	9,3	50,8	332,0	2.472,4	2.341,2	5.205,6	45%
ijzer en staal	6.304,7	0,2	1,6	50,3	490,0	676,9	7.523,8	9%
metaalverwerken de nijverheid	14,6	3,2	47,2	4,6	370,6	608,4	1.048,5	58%

CO <sub>2</sub> -emissie Vlaanderen 2007 (kton CO <sub>2</sub> /jaar)	kolen, cokes, koolteer	LPG	Gas-en diesel- olie	Zware stookolie	Aard- en mijngas	Elek- triciteit	Totaal	Aandeel Elek- triciteit
minerale niet- metaalproducten	47,6	0,2	33,9	136,1	575,2	249,2	1.042,3	24%
non-ferro	83,3	0,8	11,9	56,9	242,9	402,7	798,6	50%
papier en uitgeverijen	114,9	0,7	10,8	16,2	136,5	469,2	748,3	63%
textiel, leder en kleding	0,0	1,8	12,0	22,1	282,0	353,7	671,6	53%
voeding, dranken en tabak	106,7	3,9	28,8	251,4	791,5	844,3	2.026,7	42%
totaal	6.671,7	135,9	318,1	960,4	5.642,4	6.671,0	20.399,5	33%
emissiefactor (kton CO <sub>2</sub> /PJ)	92,708	62,436	73,326	76,593	55,820	66,667		

Wat betreft kantoren en administraties is de verdeling in het primair energiegebruik tussen het elektriciteits- en brandstofverbruik bijna gelijk verdeeld. Het elektriciteitsverbruik neemt 54% van het primair eindenergiegebruik voor haar rekening (Aernouts en Jespers 2005). Dit komt neer op 58% van de CO<sub>2</sub>-emissies, indien het brandstofverbruik zou ingevuld worden met alleen aardgas. In de deelsector handel wordt er hoofdzakelijk elektriciteit verbruikt. De verhouding ligt op 71% voor elektriciteit en 29% voor het brandstofverbruik ten opzichte van het totaal primair eindenergiegebruik (Aernouts en Jespers 2005). Dit komt neer op 75% van de CO<sub>2</sub>-emissies, indien het brandstofverbruik zou ingevuld worden met alleen aardgas.

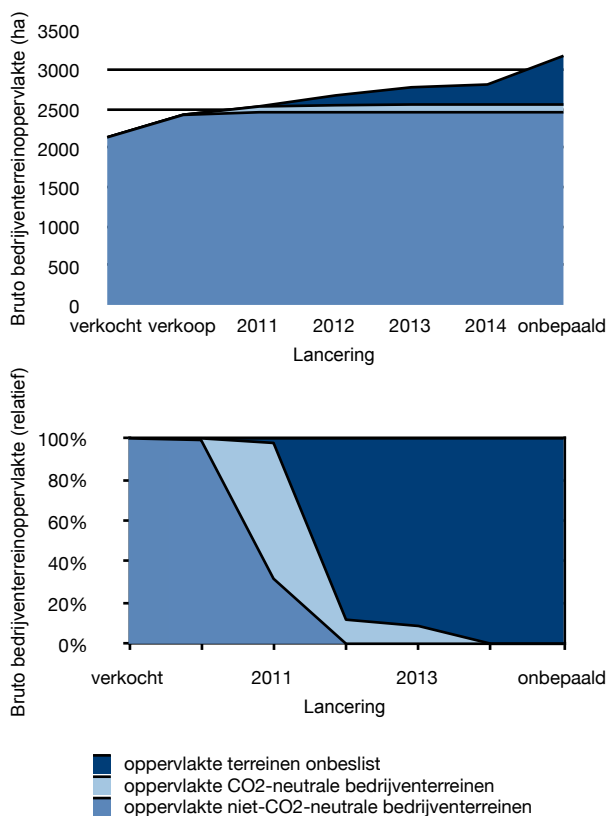
### 5.5.6. Groei van de CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen bij de West-Vlaamse Intercommunale

Wvi heeft reeds voor circa 2100 ha bruto bedrijventerreinen verkocht. Op dit moment is voor circa 300 ha momenteel in verkoop, waarvan 2,3 ha onder de CO<sub>2</sub>-neutraliteit valt. Daarnaast heeft wvi voor circa 800 ha bruto bedrijventerreinen in ontwikkeling, waarvan zeker 96 ha onder CO<sub>2</sub>-neutraliteit zal vallen, en zeker 34 ha niet. De rest is op heden nog onbeslist.

In Figuur 5.5 is te zien dat de in ontwikkeling zijnde bedrijfsoppervlakte al snel een behoorlijk aandeel krijgt ten opzichte van de nu bestaande bedrijfsruimte van wvi. Uiteraard beslaan de niet-CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen nog lange tijd de grootste oppervlakte. Op die terreinen zijn ook de oudere gebouwen, installaties en processen gevestigd, waardoor zich daar de grootste emissie nog voor lange periode zullen bevinden. Een andere conclusie is dat een parallel project van CO<sub>2</sub>-neutraliteit op de bestaande terreinen eveneens erg interessant is om de CO<sub>2</sub>-emissies te reduceren.

Onder de terreinen die in 2010 in verkoop zijn, waaronder zich recente terreinen bevinden maar tevens al langere tijd bestaande terreinen, valt nog maar één onder de CO<sub>2</sub>-neutraliteit; dit is slechts 1% van de totale oppervlakte van de bedrijventerreinen die in verkoop is. Onder de terreinen die gelanceerd worden in 2011, zijn er vele terreinen waarvan het ontwikkelingsproces liep en loopt nadat het ondersteuningsmechanisme voor de (her)aanleg van bedrijventerreinen is verlengd. Daarvan valt 66% van de oppervlakte onder de CO<sub>2</sub>-neutraliteit tegenover 32% niet. Voor de terreinen die gelanceerd worden in 2012 is maar liefst 88% nog onbeslist. Voor 2013 ligt dat cijfer op 91%. Positief is dat nog geen enkel terrein definitief niet onder de CO<sub>2</sub>-neutraliteit zal vallen.

De beslissing van lokale besturen om al dan niet een CO<sub>2</sub>-neutraal bedrijventerrein uit te bouwen valt op heden laat in het ontwikkelingsproces. Dit betekent dat de beslissing tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit nog niet genomen is tijdens het ontwerpproces van het bedrijventerrein. Dit strookt echter niet met de eisen die opgenomen werden in het SB2007 met betrekking tot het inrichtingsplan. Die beslissing zal in de toekomst dus sneller moeten vallen, zodat ook politieke steun kan ontstaan voor een integraal ontwikkeld CO<sub>2</sub>-neutraal terrein.



Figuur 5.5: Evolutie van de bruto bedrijventerreinoppervlakte in functie van de lanceringsdatum van wvi (stand van zaken eind 2010)

## 5.6. Bouwstenen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen voor een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening

Inzake de verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* heeft de Vlaamse Regering gekozen voor een enge betekenis en strikt kwantitatieve eis. Bedrijven zijn verplicht groene stroom te verbruiken ofwel hun emissies te compenseren. Van de terreinontwikkelaars en -beheerders wordt verwacht dat deze de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* zelf opleggen aan de bedrijven, de uitvoering ervan controleren en desgevallend afdwingen. Een en ander zou kunnen geautomatiseerd worden inzake de controle, wat de administratieve lasten beperkt evenals aansluiting vindt bij energiemonitoring. Het afdwingen van het *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* kan door het toepassen van sancties in geval van het niet nakomen van de verplichting, alsook het standaard zelf uitvoeren door het parkmanagement al dan niet met beloning ingeval een bedrijf de *neutraliteit* wel zelf uitvoert. Deze tweede mogelijkheid heeft een positieve benadering in zich en kan bovendien een budget creëren voor andere, meer structurele energie- en emissiematregelen op het terrein. Hier is een parkmanagement met medewerking van de bedrijven dan bijzonder goed geplaatst.

Vanaf de eerste gesubsidieerde bedrijventerreinen hebben ontwikkelaars rekening gehouden met de trias energetica-strategie voor een duurzamere energievoorziening. De verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* kan bovendien zo ver als mogelijk uitgebreid worden tot het warmtegebruik, waardoor een meer integrale aanpak van het energiegebruik gestimuleerd wordt. In tegenstelling tot het *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik*, zijn energie-efficiëntierichtlijnen en een *CO<sub>2</sub>-neutrale warmtevoorziening* evenwel moeilijker af te dwingen, door de aard van de eisen maar ook doordat investeringen de initiële kosten voor bedrijven verhogen. Strikt voorgeschreven maatregelen kunnen ook minimaliserend werken in plaats van maximaliserend. Een evenwicht moet daarom gezocht worden tussen normeren en belonen of uitdagen. Een actief, stimulerend maar ook faciliterend kader van de terreinontwikkelaar en -beheerder dringt zich op, eerder dan een louter passief, sanctionerend beleid. In ruil voor de verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, dienen ook extra (zichtbare of voelbare) voordelen gecreëerd te worden om de deelname van bedrijven te stimuleren. Daarnaast is bovendien een communicatiestrategie nodig die de voordelen van het *CO<sub>2</sub>-neutraal terrein* onderstreept, niet alleen naar de bedrijven, maar tevens naar de overheid voor het creëren van een draagvlak voor het *CO<sub>2</sub>-neutraliteitskader*, alsook naar de netbeheerders voor compatibiliteit van de nutsvoorzieningen.

Praktijkvoorbeelden van bestaande bedrijventerreinen tonen aan een energiemangement op terreinniveau ook in de exploitatiefase een toegevoegde waarde kan leveren inzake het inzicht in de toestand van het terrein op energie- en emissievlak, alsook inzake de opbouw van een strategie en het nemen van maatregelen voor de reductie van het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissies. De opbouw van het *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsbeleid* en de uitvoering ervan op de terreinen, met inbegrip van eventuele actievere rollen die gespeeld kunnen worden, vragen evenwel een steeds grotere investering in kennisopbouw en personeel of externe expertise bij terreinontwikkelaars en -beheerders. Een blijvende kortsluiting en centralisatie van kennis, expertise en praktijkvoorbeelden, en een blijvend 'lerend netwerk' onder ontwikkelaars en beheerders is zeker welkom om de evolutie en optimalisatie vlugger en kosten-efficiënter tot uitvoering te laten komen. Anderzijds kunnen gespecialiseerde instanties en ook private spelers de terreinbeheerders in de dagelijkse praktijk bijstaan wanneer een specifieke expertise aan de dag dient gelegd te worden.

Op heden valt de beslissing voor de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* in de ontwikkeling van bedrijventerreinen nog vrij laat, mogelijk zelfs pas in de realisatiefase. Evenwel stelt het subsidiekader voor de (her)aanleg van bedrijventerreinen een aantal kwalitatieve richtlijnen die in het inrichtingsplan dienen opgenomen te worden en die de CO<sub>2</sub>-emissies op het terrein kunnen beïnvloeden. Aldus dient de beslissing tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* vervroegd te worden in de toekomst. Ook is een formele vastlegging van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsambities* welkom in de aanvang van het ontwikkelingsproces, gedragen door de overheid, teneinde tijdens dit proces een maatstaf voorhanden te hebben ten geleide.

Tabel 5.9: *Bouwstenen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen voor een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening volgens uit de praktijk van ondersteunen, stimuleren en verplichten van bedrijven*

Ondersteunen, stimuleren en verplichten van een CO <sub>2</sub> -neutrale energievoorziening bij bedrijven - bouwstenen voor CO <sub>2</sub> -neutraliteit					
Bouwstenen voor CO <sub>2</sub> -reductie	Voorbereidende fase	Conceptiefase	Realisatiefase	Uitgiftefase	Exploitatie-, beheer- en handhavings-fase
<b>Ambitieniveau voor energievoorziening en CO<sub>2</sub>-emissie-reductie toetsen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Analyse huidige energie- en emissie-doelstellingen vanuit overheden én verwachte doelstellingen tegen jaar van oprichting bedrijfs-gebouwen en exploitatie van bedrijven</li><li>Formuleren ambitieniveau voor bedrijventerrein</li><li>Creëren van draagvlak bij overheden, nutsmaatschappijen, bedrijven, energie-dienstverleners, etc.</li><li>Ambitieniveau formeel vastleggen</li><li>Toewijzen verantwoordelijkheden voor toetsen project aan ambitieniveau en bredere duurzame kwaliteit bij samenstelling projectteam</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Toetsen van ontwerp aan ambitieniveau</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Toetsen van realisatie aan ambitieniveau</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Toetsen van uitgiftestrategie aan ambitieniveau</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Toetsen van toestand bedrijventerrein op vlak van energiegebruik, -voorzieningen en CO<sub>2</sub>-emissies aan ambitieniveau</li><li>Bijsturen van bedrijven indien nodig</li><li>Geleidelijk optrekken ambitieniveau</li></ul>
<b>Energetische nutsvoorzieningen op bedrijventerrein voorzien</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Overleg met elektriciteits-netbeheerder voor voldoende injectie-capaciteit</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>Installatie CO<sub>2</sub>-neutrale straatverlichting</li><li>Bekendmaking bedrijventerrein met toelichting energie- en emissie-faciliteiten en voordelen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Verplicht, stimuleer en ondersteun oprichting van hernieuwbare energie-productie op bedrijfskavels</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Stimuleer hernieuwbare energie-productie op bedrijfskavels</li><li>Verplichtingen controleren en zonodig afdwingen</li></ul>

Ondersteunen, stimuleren en verplichten van een <i>CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening bij bedrijven - bouwstenen voor CO<sub>2</sub>-neutraliteit</i>					
Bouwstenen voor CO <sub>2</sub> -reductie	Vorbereidende fase	Conceptiefase	Realisatiefase	Uitgiftfase	Exploitatie-, beheer- en handhavings-fase
Energie-gebruik en CO <sub>2</sub> -emissie voorkomen			<ul style="list-style-type: none"> <li>Realiseer energie-performante (bedrijfverzam)gebouwen, beter dan eisen op het terrein, door benutten van voordelen door grotere schaal en compactere gebouwen</li> <li>Aanstellen aannemer op basis van carbon footprints van kandidaten en projectemissies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verplicht, stimuleer en ondersteun ontwerp van energiezuinige gebouwen en installaties</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissies van bedrijven monitoren</li> <li>Potentiële energie- en emissie-maatregelen detecteren en ondersteunen</li> <li>Stimuleer reductie van energiegebruik door bedrijven</li> <li>Verplichtingen controleren en zonodig afdwingen</li> </ul>

### 5.6.1. ...ter voorbereiding van de ontwikkeling van een bedrijventerrein

De beste garantie voor het bereiken van een duurzame kwaliteit is de formulering van een gedragen ambitieniveau, dat eveneens rekening houdt met de inpasbaarheid van het project in toekomstige sterkere ambities. Het te stellen ambitieniveau vertrekt vanuit de huidige emissie- en energiedoelstellingen dewelke gesteld worden door de verschillende overheden. Het houdt rekening met de van kracht zijnde doelstellingen tegen de uitgifte en exploitatie van het bedrijventerrein. Het ambitieniveau is best tweeledig: enerzijds kunnen korte termijn doelstellingen opgesteld worden, voor de uitgifte van het terrein en de vroege exploitatie, anderzijds kunnen lange termijn doelstellingen neergelegd worden, die rekening houden met de evolutie die het terrein zal moeten doormaken op energie- en emissievlak. De inpasbaarheid in de lange termijn is conform het principe van de onherroepelijkheid van Verbruggen (Hoffman 2010). Voor een maximale fundering van de gestelde ambities is het interessant dat deze ondertekend worden door het lokale bestuur en mee gedragen worden door andere stakeholders. Een concreet uitgesproken ambitieniveau begeleidt de verschillende stappen in de ontwikkeling van een bedrijventerrein. Het biedt een concreet toetsingskader voor de verdere ontwikkeling en keuzes in het proces. Het toetsen van de verdere stappen aan het ambitieniveau kan mogelijk ondernomen worden door een interne of externe partij die voor het project als buitenstaander kan aanzien worden.

### 5.6.2. ...voor de realisatie van het bedrijventerrein

In deze fase van de ontwikkeling kunnen de CO<sub>2</sub>-emissie-ambities reeds concreet gestalte krijgen. Enkele concrete toepassingsvoorbeelden, konden reeds gedestilleerd worden uit hoofdstuk 3:

- In de selectievoorwaarden voor aannemers voor de aanleg van het terrein kunnen CO<sub>2</sub>-emissies van bouwvoertuigen bijvoorbeeld als gunningscriterium meegenomen worden, en breder afvalpreventie, scheiding van afval, transportminimalisatie, lokale bouwproducten, etc., dit alles concreet voor de desbetreffende werf. Aannemers kunnen verzocht worden een

carbon footprint-doorlichting van hun bedrijf en eventueel een Valideo, BREEAM of soortgelijk certificaat voor duurzaamheid voor te leggen als gunnings- of selectiecriteria.

- Een CO<sub>2</sub>-armer bedrijventerrein heeft behoefte aan een openbare verlichting die eveneens aan de *neutraliteit* voldoet. Stappen worden reeds gezet naar energiezuinigere verlichting via energieperformantere lampen en armaturen, het beperken van de lichtintensiteit, en het doven of het dimmen van lichten 's nachts. Een volgende stap waarvan reeds enkele pilootprojecten tot uitvoering werden gebracht is de koppeling van de openbare verlichting met hernieuwbare elektriciteitsproductie, zodat op jaarbasis energieneutraliteit en hieruit volgende CO<sub>2</sub>-*neutraliteit* wordt bereikt.

Energieperformante gebouwen en hernieuwbare energie-installaties op gebouwniveau kunnen opgericht worden door de terreinontwikkelaar zelf, of door een derde partij. Op die manier kan het gebrek aan kennis en de praktische overlast voor ondernemers opgevangen worden. De initiële investering voor ondernemers kan bijkomend gespreid worden door naast verkoop, ook verhuur en leasing met aankooptoptie na een aantal verstreken jaren als opties van terbeschikkingstelling aan te bieden. De terreinbeheerder of derde partij kan door de lagere kostprijs van de gebouwen en energie-installaties dan ook verder gaan dan de gestelde minimumnormen in de stedenbouwkundige voorschriften en verkoopvoorwaarden.

Voorafgaand aan de start van de uitgiftefase wordt publiciteit gemaakt voor de ontwikkeling van het bedrijventerrein. Hierbij kunnen de energie-aspecten van het terrein, de energie- en CO<sub>2</sub>-emissie maatregelen in het ontwerp en de energiefaciliteiten ter beschikking van de bedrijven belicht worden. Het bedrijventerrein wordt belicht als elk ander bedrijventerrein door de kwaliteiten, breder dan energie en CO<sub>2</sub>-emissies, van het terrein in de verf te zetten.

### 5.6.3. ...voor de uitgifte van het bedrijventerrein

Een combinatie dient gezocht te worden in het formuleren van basisverplichtingen en stimulansen voor de toepassing van maatregelen ter verbetering van energie- en emissie-efficiëntie en ter toepassing van hernieuwbare energieproductie door de bedrijven. Algemeen aanvaardbare maatregelen en onomkeerbare maatregelen dienen minstens verplicht te worden. De verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* dient ingebed te worden in een trias energetica-strategie. De uitbreiding tot een soortgelijke *CO<sub>2</sub>-neutrale warmtevoorziening* biedt bovendien een incentive tot een meer integraal energiebeheer binnen bedrijven en bedrijventerreinen. Minstens kunnen richtlijnen voor de vergroting van de compatibiliteit met een latere *CO<sub>2</sub>-neutrale warmtevoorziening* meegegeven worden.

Naast het louter verplichten en belonen, dienen terreinontwikkelaars en -beheerders of derden in opdracht hiervan bedrijven voldoende te ondersteunen om zo vlot en efficiënt als mogelijk te voldoen aan de gestelde verplichtingen, en tevens om maximaal gebruik te kunnen maken van het geformuleerde beloningsstelsel. Communicatie is belangrijk om de verplichtingen en stimulansen begrijpbaar over te brengen aan de ondernemers, en de voordelen ervan te belichten. Op die manier kunnen barrières als inert gedrag, gebrek aan informatie en kennis overbrugd worden.

### 5.6.4. ...voor het beheer van het bedrijventerrein

In het kader van de financiële ondersteuning door de Vlaamse Overheid voor de aanleg en heraanleg van bedrijventerreinen, is bij toepassing van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* rapportage en controle, desnoods het afdwingen, noodzakelijk van het *CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteitsverbruik*. In het verlengde hiervan ligt de regelmatige toetsing aan de energie- en emissieambities opgesteld bij aanvang van de ontwikkeling van het bedrijventerrein. Indien nodig dienen terreinbeheerders energiebeheersmaatregelen op te starten op bedrijventerreinen waar bedrijven gestelde verplichtingen niet nakomen of de gestelde ambities dreigen niet gehaald te worden. Gaandeweg dienen energie- en emissieambities opgetrokken te worden van de geformuleerde korte termijn doelstellingen evoluerende naar de geformuleerde of duurzame lange termijn doelstellingen, passende in een uitgestippeld



strategisch traject. Dit kan de veerkracht van het bedrijventerrein en de gevestigde bedrijven verbeteren in het vooruitzicht van een (woelig) transitietraject richting een koolstof-armere economie.

Veruit de meeste bedrijven op de Vlaamse terreinen hebben een energiegebruik kleiner dan 0,1 PJ/jaar en blijken een gebrek aan tijd en middelen te hebben om expertise op te bouwen voor degelijk energiemanagement. Op een bedrijventerrein hebben alle kleine bedrijven samen wel een belangrijk energiegebruik dat de 0,1 PJ-grens kan overstijgen en bijgevolg kunnen bedrijventerreinen een regelmatige energiedoorlichting best gebruiken. Terreinbeheerders, of derden in opdracht van de beheerder, kunnen een energiemonitoring- en managementsysteem installeren: vrijwillig voor bestaande bedrijven op bestaande terreinen, ook verplicht is mogelijk voor nieuwe bedrijven. Energiemanagement op bedrijventerreinniveau kan een voordeel betekenen zowel voor bedrijven als voor het hoger beleid net om stringenter beleid mogelijk te maken.

Ook structureel kunnen stimulansen ingebouwd worden, eveneens te voorzien in de terbeschikkingstellingvoorwaarden in de uitgiftefase of in exploitatiefase door middel van een vrijwillig kader. Parkmanagement en interbedrijfssamenwerking wordt veelal gefinancierd door de bedrijven zelf, met gebruik van zekere verdeelsleutels voor de verdeling van de kosten. Deze verdeelsleutels kunnen bepaald worden op basis van kaveloppervlakte, tewerkstelling of ook op basis van de energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies of op andere wijze afgebakende CO<sub>2</sub>-emissies. Mondiale afspraken en Europese instanties creëren emissierechten, Europese en nationale tot regionale overheden kunnen voor andere bedrijven emissierechten of emissietaksen in het leven roepen. Ook lokale overheden kunnen lokale belastingen transformeren naar verdeelsleutels op basis van CO<sub>2</sub>-emissies.



<sup>1</sup> De PAS 2060 leidt tot duidelijkheid en verifieerbaarheid, en kan het vertrouwen in beweringen omtrent *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* doen groeien. De ontwikkeling van de PAS 2060 zou dus tot de conclusie moeten leiden dat over *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* op de Vlaamse *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* nog geen sprake kan zijn, en dat deze bewering niet langer toegelaten of minstens niet langer gepast is, anno 2011. Ofwel dient het kader van subsidie van de (her)ontwikkeling van bedrijventerreinen herschreven te worden en hierbij de definitie van *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* aan te passen aan de PAS 2060 definitie, ofwel dient men de term niet langer te gebruiken in publieke communicatie.

<sup>2</sup> Definitie groene stroom: zie onderdeel 4.2.4.1.

<sup>3</sup> Ook de definitie *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* in het MB2007 dekt niet de inhoud die het zou moeten hebben (zie onderdeel 4.2.). In feite wordt het verbruik van groene stroom bedoeld, ofwel volgt een boete.

<sup>4</sup> Een directe lijn wordt gedefinieerd als elke elektrische leiding die fysisch geen deel uitmaakt van het distributienet, zoals vermeld in artikel 2 2° van het decreet van 17 juli 2000 houdende de organisatie van de elektriciteitsmarkt, of het transmissienet, zoals bedoeld in artikel 2 7° van de wet van 29 april 1999 betreffende de organisatie van de elektriciteitsmarkt.

<sup>5</sup> Elke lidstaat van de Europese Gemeenschap moet vanaf 1 januari 2005 een nationaal register bezitten. Dit register is een gestandaardiseerd en beveiligd gegevensbestand, dat het beheer van broeikasgasemissies, het beheer van emissierechten en de handel in deze rechten mogelijk moet maken. Iedereen kan in het register een rekening openen (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009).

<sup>6</sup> Soms ook verkeerdelijk dwangsom genoemd; immers, een dwangsom is een geldsom die door een rechtbank als bijkomende vergoeding kan worden opgelegd aan een schuldenaar teneinde op de schuldenaar druk uit te oefenen dat hij de tegen hem uitgesproken hoofdveroordeling zou nakomen (BECO Belgium, Stibbe et al. 2009).

<sup>7</sup> A carrot-and-stick approach: (of a method of persuasion or coercion) characterized by both the offer of reward and the threat of punishment (Oxford English Dictionary).

<sup>8</sup> De kansen die het specifieke terrein biedt is een bijkomend argument. Ook inzake eventuele ondersteunende energie-infrastructuren dienen randvoorwaarden, belangen en gevoeligheden afgetoetst te worden. Zie hoofdstuk 6.

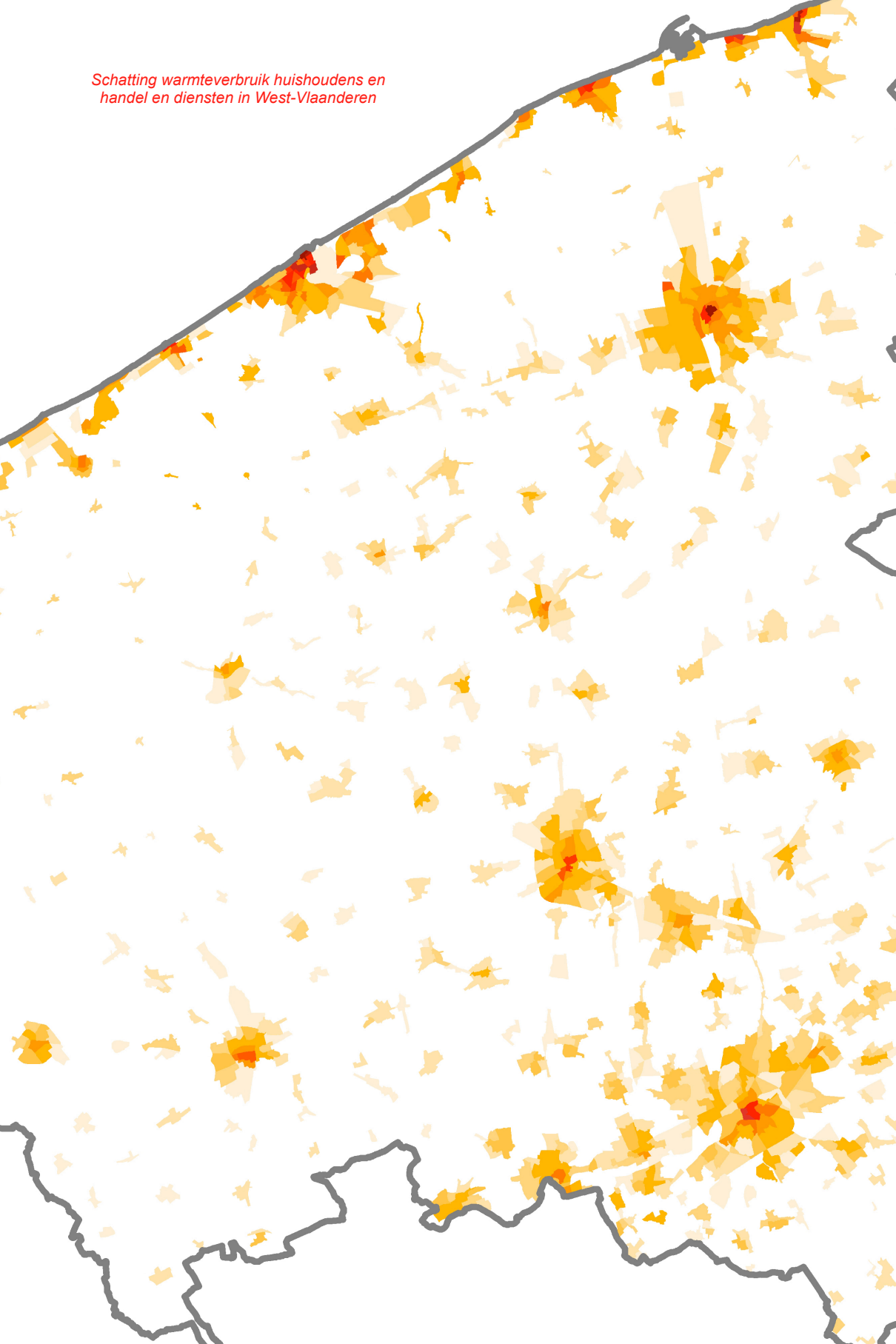
<sup>9</sup> Mogelijk zou in dit verband ter ondersteuning (en toetsing) van de inspanningen van de ontwikkelaars en beheerders een richtinggevend scoresysteem op zijn plaats kunnen zijn, als bijvoorbeeld Duurzaamheidsmeter van Stad Gent en de JERTS-scan (Van Eetvelde, Deridder et al. 2007), specifiek voor het energievraagstuk.

<sup>10</sup> Het eventuele verbruik van olie ter plaatse evenwel buiten beschouwing gelaten.

<sup>11</sup> De Steg-centrale (stoom-en-gascentrale) combineert een stoomcyclus en een gascyclus, en wordt ook een 'combined cycle of CC' genoemd (De Vos 2005).

<sup>12</sup> Het aandeel van andere maar niet verdere gespecificeerde brandstoffen, en het beperkte aandeel van petroleumcokes en andere is hier wel achterwege gelaten.

*Schatting warmteverbruik huishoudens en  
handel en diensten in West-Vlaanderen*



## 6. Energieclustering op bedrijventerreinen

Clustering van energiemaatregelen in hernieuwbare energieproductie en zelfs energie-efficiëntie, wordt als aanvullende strategie naar voren geschoven omwille van uitvoerende en financiële beperkingen in het treffen van bedrijfsinterne energiemaatregelen. Door middel van interbedrijfssamenwerking komen extra mogelijkheden binnen bereik om de milieulast, investeringen en operationele kosten te laten dalen, en dat geldt net zo voor energie.

Dit hoofdstuk is gewijd aan de potentiële energieclusters en hun bijdrage tot de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* op bedrijventerreinen<sup>1</sup>. De haalbaarheid ervan wordt toegelicht alsook de mogelijke posities die bedrijventerreinontwikkelaars, -beheerders en parkmanagement hierin kunnen opnemen. Ten slotte komt de ruimtelijke compatibiliteit met energieclustering aan bod, om net als in voorgaande hoofdstukken een aantal interessante bouwstenen tot de ontwikkeling van bedrijventerreinen voor een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening te destilleren.

### 6.1. Perspectieven door clustering

#### 6.1.1. Limieten binnen bedrijfsgrenzen

De uitgiftevoorwaarden, stedenbouwkundige voorschriften, exploitatievoorwaarden en beheersvoorschriften op *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* kunnen energie-efficiëntie-investeringen in gebouwen en processen, en de productie van hernieuwbare energie door bedrijven verplichten, stimuleren en ondersteunen. Indien de gedestilleerde bouwstenen uit hoofdstukken vier en vijf wordt toegepast, zullen in de toekomst gebouwen evolueren naar passiefgebouwen, zo veel als mogelijk autonoom op hernieuwbare energie. Bedrijventerreinen zullen ontworpen worden met het oog op energie-efficiënte gebouwen, rekening houdende met compact bouwen en klimaatparameters, en met het oog op lokale hernieuwbare energieproductie. Bedrijven zullen aangemoedigd worden tot energie-efficiëntie en afstemming op hernieuwbare energieproductie in de bedrijfsprocessen.

Voor de industriesector<sup>2</sup> komt McKinsey & Company (McKinsey & Company 2009b) uit op een potentieel van 22% primaire energiegebruiksreductie in 2030 ten opzichte van een business as usual-scenario in België (bevroren beleid van 2005). Dit is het totaal potentieel van alle sectoroverkoepelende energie-investeringen en niet-investeringsgerelateerde maatregelen, die zich vooral oriënteren op de optimalisatie van de huidige productieprocessen en de productie van de huidige productenmix met behulp van gekende en beschikbare technologieën. Het potentieel werd meer bepaald vastgesteld op basis van alle maatregelen die een positieve netto contante waarde van de investering kennen bij een olieprijs van \$62 per vat ruwe olie. McKinsey bekeek dit potentieel vanuit een maatschappelijk perspectief waarbij taksen en subsidies buiten beschouwing werden gelaten, en de kapitaalkost op de rente op obligaties gebaseerd is. Op deze basis is het macro-economisch potentieel bekend als uitgangspunt voor een stimuleringsbeleid van de overheden.

Het Federaal Planbureau (Bossier, Devogelaer et al. 2008) berekende anderzijds het bedrijfseconomisch potentieel uitgaande van het Europees Energie- en Klimaatpakket (zie onderdeel 1.2.2.), door de verwachte reactie van de marktactoren te analyseren uitgaande van een koolstoftaks, in de vorm van een waarde van emissiekredieten in de EU-ETS-sector<sup>3</sup> en een taks in de niet-ETS-

sectoren. Het Federaal Planbureau komt tot een veel minder optimistisch beeld dan McKinsey's maatschappelijk-economisch potentieel. De industrie zal haar eindenergiegebruik met slechts 2,8% verminderen, weliswaar tegen 2020, ten opzichte van het referentiescenario (bevroren beleid van 2005). Dit ligt dus sterk onder de gemiddelde energie-efficiëntieverbeteringsdoelstelling van 20% van de EU. De broeikasgasuitstoot van de EU-ETS-sector zonder luchtvaart - hier de industrie en de energiesector samen - stijgt 10% tussen 2005 en 2020, dit ten opzichte van een gemiddelde emissiereductie van 21% in de EU. De industriële activiteit groeit met ongeveer 28% tussen 2005 en 2020 en ondervindt structurele problemen om het energiegebruik te reduceren, onafhankelijk of de koolstoftaks op een verwacht niveau van 33,5 euro per ton CO<sub>2</sub><sup>4</sup> blijft - afgestemd op de EU-doelstelling in de EU-ETS-sector - of hoger gebracht wordt.

Dit resultaat van het Planbureau wordt bevestigd in de Milieuverkenning 2030 van de Vlaamse Milieumaatschappij specifiek voor Vlaanderen (Lodewijks, Brouwers et al. 2009; Vlaamse Milieumaatschappij 2009). In Vlaanderen zal de industriële activiteit met 43% groeien tussen 2006 en 2030. Onder invloed van het Europees Energie- en Klimaatpakket, en de nodige koolstofkost van 30 à 34 euro per ton CO<sub>2</sub>, zal het energiegebruik van de industrie met maar liefst 32% stijgen, precies zoveel als in het business as usual-scenario. Alleen een sterk verhoogde koolstofkost, van 77,6 euro per ton CO<sub>2</sub> nodig voor het halveren van de broeikasgasemissies in de EU tegen 2030 en een reductie van 60 tot 80% tegen 2050, zal de stijging van het energiegebruik beperken tot 11%, doch dit vooral omdat de industriële activiteit zelf afneemt onder invloed van de stijging van de kosten en niet door extra energiemaatregelen. De broeikasgasemissies van de industrie stijgen daarmee 30% onder het EU Klimaat- en Energiepakket, nog steeds met 12% onder de sterk verhoogde koolstoftaks.

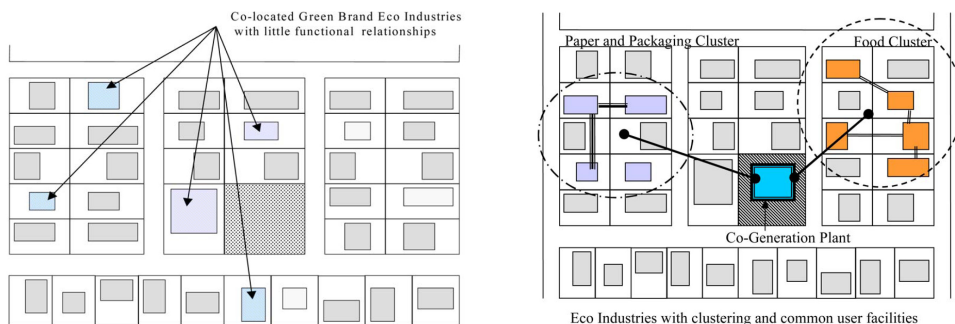
De haalbare broeikasgasreductie, weliswaar tegen 2020 en 2030, staat in schril contrast met de gemiddelde EU-doelstellingen, en al zeker met de nodige reductie in de geïndustrialiseerde landen van maar liefst 80 à 95% tegen 2050. De resterende emissiereducties dienen gehaald te worden door emissiekredieten van het Clean Development Mechanism en door ETS-kredieten in andere lidstaten aan te kopen, wat een belasting van de industriële activiteit betekent dewelke niet kan terugstromen.

McKinsey wijst op het competitief belang van het bereiken van een hogere energie-efficiëntie in de Belgische industrie. Het Federaal Planbureau merkt evenwel op dat de Belgische industrie minder mogelijkheden heeft dan in andere lidstaten om de energie-efficiëntie nog te verbeteren, omdat de Belgische industrie en dan vooral de energie-intensieve industrie reeds een hoge energie-efficiëntie heeft bereikt, doch dit wordt dan weer tegengesproken door sectorspecifieke studies (zie bijvoorbeeld (Creative Energy 2007; Croezen en Korteland 2010)). Het Planbureau wijt de structurele beperkingen hiernaast aan de beperkte mogelijkheden om een fuel switch door te voeren, omdat de energie-intensieve industrie vooral steunt op fossiele brandstoffen en grondstoffen (zie in dit kader eveneens het Rotterdam Climate Initiative in onderdeel 3.3.3.; op langere termijn komen bijvoorbeeld wel biobaseerde grondstoffen voor de chemie en CO<sub>2</sub>-neutrale staalproductie in aanmerking voor eventuele doorbraken - zie hoofdstuk 4). Daarnaast bemerkt het ook de beperkingen van de energiesector om snel over te schakelen op hernieuwbare energiebronnen en het gebrek aan warmtenetten om restwarmte nuttig in te zetten. Het is duidelijk dat andere lidstaten en eveneens landen buiten de EU ook op deze parameters kunnen inspelen en daarmee een lagere koolstofintensiteit voor de energie-intensieve industrie zouden kunnen mogelijk maken. The Goldman Sachs Group (2009) berekende dat een koolstoftaks van \$60 per ton CO<sub>2</sub> op alle directe CO<sub>2</sub>-emissies een cash flow zou veroorzaken van 20% in de koolstofintensieve industrieën van koolstofintensievere naar koolstofarmere bedrijven. Bedrijven die afhankelijk zijn van de koolstofintensieve bedrijven zouden deze shift en de verhoogde kosten in tweede orde voelen. Peters en Hertwich (2008) tonen anderzijds aan dat koolstoflekage uit het Kyoto Protocol een belangrijk aandachtspunt vormt (zie onderdeel 1.2.1.). Zij ijveren ervoor om nieuwe comparatieve voordelen te laten spelen in de internationale handel gebaseerd op de laagste koolstofuitstoot voor de productie van goederen. Daarmee staat bijgevolg de competitiviteit van de Belgische industrie duidelijk op het spel. Neem hierbij nog dat sterke kennis en ervaring in schone technologieën, net kan zorgen voor de creatie van nieuwe werkgelegenheid, een competitieve positie op de mondiale markt en een economie met grotere robuustheid tegen fluctuerende olieprijsen (European Climate Foundation, McKinsey & Company et al. 2010).

Zowel het Federaal Planbureau als de Milieuverkenning 2030 wijzen dus op structurele problemen waarin de industrie terecht is gekomen, op een carbon lock-in (i.e. huidig industrieel/economisch, maatschappelijk en institutioneel systeem gebaseerd op fossiele brandstoffen kent een grote stabiliteit die voorlopig niet doorbroken wordt) van de industrie (Unruh 2000). Cruciale factoren voor het Planbureau zijn warmtenetten, toegang tot meer hernieuwbare energiebronnen en alternatieven voor fossiele brandstoffen en grondstoffen in de energie-intensieve industrie. De vraag naar warmtenetten is een expliciete vraag naar clustering. Ook McKinsey stelt dat bijkomende efficiëntieverbeteringen zouden kunnen bereikt worden door clustering op industriële terreinen.<sup>5</sup> En eveneens de Milieuverkenning 2030 stelt voor naast technologische innovaties, industriële clustering op eco-industriële parken met energie-autonomie op hernieuwbare energiebronnen te stimuleren. Ruimer heeft men het over hertekende ruimtelijke en organisatorische structuren, maar ook over socio-technische transitie, die nodig zijn om de broeikasgasemissies voldoende te reduceren (zie ook onderdeel 1.3.2.).

Terug naar bedrijventerreinen wijst Roberts (2004) erop dat er twee soorten bedrijventerreinen bestaan die een duurzamere productie trachten in te stellen (zie Figuur 6.1).

- Enerzijds zijn er de *Groene Industriparken*, dewelke huisvesting bieden aan bedrijven die schone technologieën inzetten, hun afval zelf zo veel als mogelijk verwerken en hun broeikasgasemissies trachten te beperken. Er is echter geen betrachting potentiële synergieën te creëren door het clusteren van bedrijven.
- Anderzijds zijn er de *Geïntegreerde Eco-Industriële Parken*, die specifiek ontwikkeld worden om symbiotische/synergetische relaties tussen bedrijven te stimuleren, en via die weg de ecologische impact te verlagen.



Figuur 6.1: Groene Industriparken versus Geïntegreerde Eco-industriële Parken (Roberts 2004)

Het dient aangegeven te worden dat de Vlaamse *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* zich situeren in de eerste categorie. Roberts geeft echter aan dat de toegevoegde waarde van het verzamelen van bedrijven op Groene Industriparken beperkt is. Dat clustering, op en wellicht ook naast bedrijventerreinen, inderdaad zou moeten nagestreefd worden, is ook de conclusie van McKinsey, het Federaal Planbureau en de Vlaamse Milieumaatschappij. De methodiek van de *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* zou dus tevens ingeschreven dienen te worden in het concept van Geïntegreerde Eco-Industriële Parken.

### 6.1.2. Slimme energienetwerken

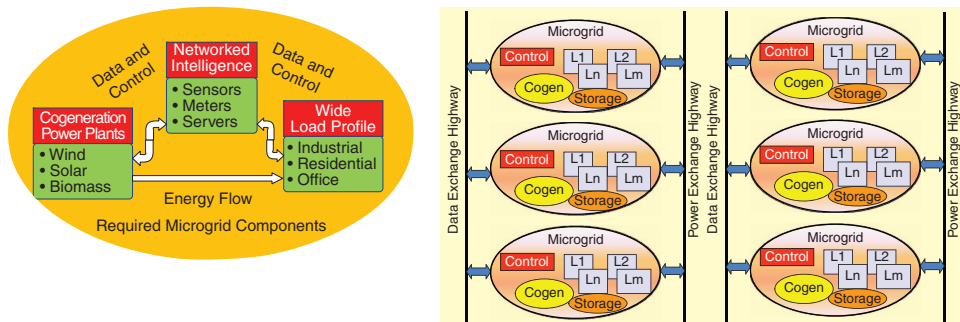
Clustering van gedistribueerde energieproducenten en energiegebruikers vormt het sturend concept van de nieuwe energienetten. Voor elektriciteitsvoorziening en voor warmtevoorziening wordt immers iedereen een 'prosumer' (Van Boxelaer 2010). Ook op bedrijventerreinen mogen we dergelijke

netten gaan verwachten, en bijgevolg wordt clustering voor energie alvast beter ingebouwd in de fysieke infrastructuur op het terrein.

De traditionele hiërarchische elektriciteitsnetten kennen beperkingen en instabiliteit in een opkomende moderne energiestructuur van gedistribueerde elektriciteitsproductie en energie-opslag. Traditionele elektriciteitsdistributienetten werden gedimensioneerd op een éénrichtingsstroom vanuit centrale productie en op een zekere verbruiksbelasting. Ze worden niet actief beheerd en zijn niet bedoeld voor het omkeren van de vermogensoverdracht van lokale netten naar hiërarchisch hogere netten. De huidige elektriciteitsnetten dienen lokale hernieuwbare energieproductie te beperken met een voldoende veiligheidsmarge berekend op mogelijke injectiepieken. De toename van het elektriciteitsverbruik maakt de netten eveneens onstabiel. Het verbruik wordt niet intelligent gestuurd om bijvoorbeeld gebruikspieken af te vlakken, waardoor de capaciteit ver boven het gemiddeld verbruik dient te liggen (Jiayi, Chuanwen et al. 2008; Battaglini, Lilliestam et al. 2009; Bayod-Rújula 2009; Farhangi 2010).

Intelligente elektriciteitsnetten zijn nodig die centrale en decentrale productie, decentraal verbruik, en centrale en decentrale opslag, optimaal op elkaar afstemmen, en het gebruik van de netten optimaliseren. Er is met andere woorden niet alleen productiemanagement maar ook verbruiksmanagement. Voorrang kan gegeven worden aan *CO<sub>2</sub>-neutrale* productie-eenheden.

Farhangi (2010) verwacht dat die slimme netten geleidelijk zullen ingevoegd worden in de traditionele netten, door middel van de 'injectie' van steeds meer slimme subnetten, smart microgrids genoemd (zie Figuur 6.2). Intelligente metering en aansturing van productie-eenheden, verbruikseenheden (demand side management), en opslageenheden gebeurt binnen zo'n subnet. Subnetten zullen onafhankelijk van het bovenlokale net werken of toch geconnecteerd worden om lokale tekorten en overschotten in elektriciteit te overbruggen. Meer nog, deze subnetten en bijgevolg de gedistribueerde energiebronnen en opslageenheden zullen mee instaan voor de stabiliteit van de regionale netten. Als regionale netten uitvallen, zullen niet noodzakelijk lokale verbruikers zonder stroom zitten, want slimme subnetten zullen autonoom verder werken (Farhangi 2010). Bijgevolg worden de smart microgrids afgelijnd om autonomie op basis van lokale energiebronnen, veelal of uitsluitend hernieuwbare energiebronnen, te bekomen.



Figuur 6.2: Topologie van een smart microgrid en een smart grid (Farhangi 2010)

Een gelijkaardige visie heerst in warmtenetwerken. Gebouwen differentiëren zich in netto warmteproducerende (op zonne-energie bijvoorbeeld) en netto warmteconsumerende objecten, ogenblikkelijk en op jaarbasis, in symbiose samen gesmolten door warmtenetwerken (zie Figuur 6.3), tenminste als het van het stakeholdernetwerk voor District Heating & Cooling afhangt (DHC+ Technology Platform 2009). Meer zelfs, niet alleen de gebouwen zelf, met de behoefte aan ruimteverwarming en verwarming van tapwater, zullen aangedreven worden door een warmtenetwerk (en koelingsnetwerk), maar ook huishoudelijke apparaten, zoals wasmachines, droogkasten, vaatwassers, kooktoestellen op lage temperatuur, ventilatiesystemen, etc. (DHC+ Technology Platform 2009). Als dit geldt voor huishoudelijke warmtevraag, kan dit minstens ook voor lage temperatuurswarmtevraag van bedrijven. Ook vinden innovatieve glastuinbouwconcepten die netto

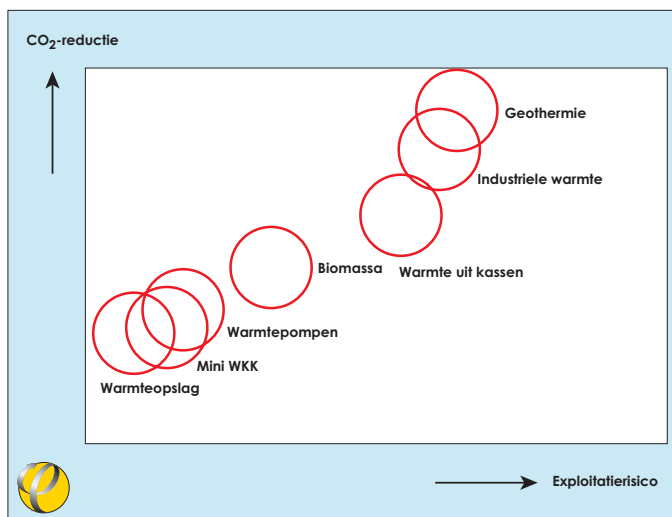


warmte door gecapteerde zonne-energie kunnen injecteren hierin een belangrijke energiefunctie (Mecanoo Architecten 2003).



*Figuur 6.3: Voorbeeld van warmteclustering op gebouwniveau: serres capteren zonnewarmte voor woningen, school, kantoor en zwembad terwijl ijsbaan wordt gevoed door koelingsnetwerk (Tillie, Van den Dobbelsteen et al. 2009b)*

In 2030 zullen warmtenetwerken volgens DHC+ evenmin nog langer gekenmerkt worden door hiërarchische structuren van één grote warmteopwekker en vele kleine verbruikers. In 2030 zal het warmtenetwerk (en koelingsnetwerk) gevoed worden door een variëteit aan duurzame warmteopwekkers (toestellen, gebouwen, serres, processen, etc.), op verschillende plaatsen in het netwerk. Lokale beschikbare bronnen worden aangewend voor de injectie van warmte en koeling. Een slim netwerk zou zelfs een interactie mogelijk maken tussen opwekkers en verbruikers van warmte met verschillende temperatuurniveaus, door middel van algemene temperatuurvariatie in het netwerk, innovatieve netwerkconfiguraties en het gebruik van alternatieve warmtetransfermedia. Ook dient opslag mee de brug te maken tussen ogenblikkelijk verbruik en productie. Dit alles zal in goede banen geleid worden door slimme informatie- en communicatietechnologie, net zoals in het geval van de slimme elektriciteitsnetten.

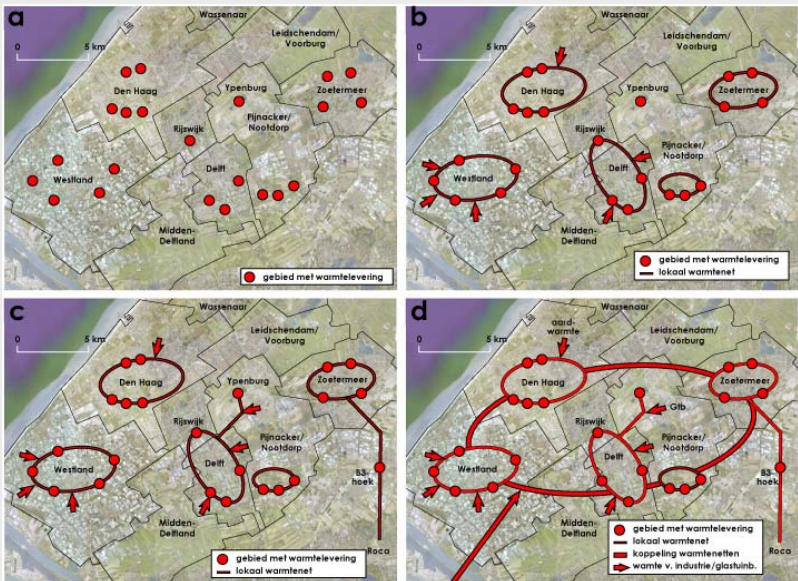


*Figuur 6.4: Relatie tussen het CO<sub>2</sub>-emissiereductiepotentieel en het exploitatierisico van warmtebronnen (Groot en Rooijers 2008)*

Een groeistrategie voor de warmtenetten vinden we terug in concrete projecten en plannen (zie bijvoorbeeld Kader 6.1) (Department for Business Enterprise & Regulatory Reform 2008; Groot en Rooijers 2008; Greater London Authority 2009). Kleine netten worden eerst geïmplementeerd en pas later geschakeld tot grootschalige netten. Groot en Rooijers (2008) wijzen er op dat het voorzien van de warmteafzet prioritair is voor warmtenetten, niet de warmteproductie. De auteurs wijten de grote financiële investeringen en het navenante risico van duurzame warmtenetten vooral aan de kostprijs van de warmtebronnen. Tegelijk is het CO<sub>2</sub>-reductiepotentieel van de meest risicovolle warmtebronnen het grootst (zie Figuur 6.4). Daarom stellen de auteurs voor om eerst een substantiële warmtevraag te ontwikkelen vooraleer die duurzame warmtebronnen te ontginnen, zodat een zekere afzet de risico's van de warmtebronnen kan beperken.

**Kader 6.1: Warmtenet Stadsregio Haaglanden**

In de Nederlandse Stadsregio Haaglanden werd een visie opgesteld voor de warmtevoorziening op lange termijn, waarin een regionaal warmtenet de hoofdrol speelt. Het regionale warmtenet zal pas gevormd worden vele jaren nadat de eerste kiemen worden gelegd. Die kiemen bestaan uit reeds bestaande en nieuwe warmtenetten op wijksschaal, aangesloten op rendabele maar tijdelijke ketels en warmtekrachtkoppelingen. Vervolgens worden meerdere wijknetten verbonden tot lokale warmtedistributienetten, waardoor de verschillende wijknetten elkaar kunnen ondersteunen, en waarbij de meest duurzame bronnen als basisproductie kunnen aangesproken worden. In laatste instantie worden deze bestaande lokale distributienetten verbonden tot regionale warmtenetten door interlokale warmtetransportleidingen. Met deze groeistrategie tracht men steeds over overzichtelijke en rendabele projecten te beschikken, waarbij risico's beperkt worden en een leerproces mogelijk is. De groeistrategie wordt onder andere bevestigd in Aberdeen, Southampton en Londen in het Verenigd Koninkrijk (Department for Business Enterprise & Regulatory Reform 2008; Greater London Authority 2009).



*Figuur 6.5: Strategie voor het regionale warmtenet in het Stadsgebied Haaglanden (Groot en Rooijers 2008)*

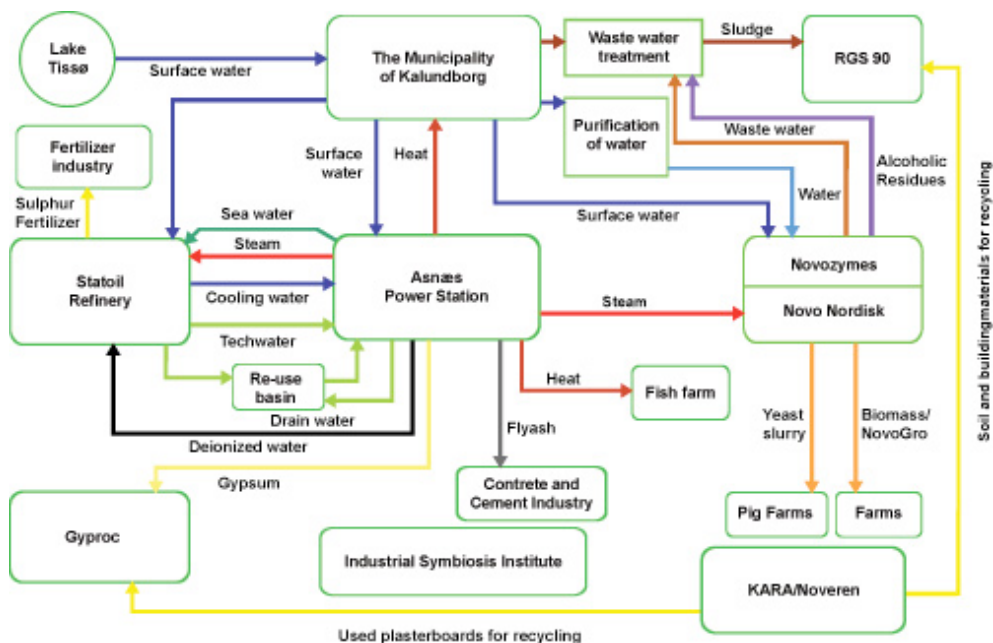
## 6.2. Eco-industriële parken en industriële symbiose

De kijk naar energieclustering als bijkomende maatregel om het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissie verder te reduceren komt niet vanuit één hoek. Business consulting bedrijf McKinsey, de Vlaamse Milieumaatschappij, het Federaal Planbureau, en de visies in toekomstige energienetwerken wijzen in dezelfde richting. Ook in de wetenschappelijke literatuur krijgt clustering in energie en materialen in het algemeen veel aandacht.

Als reactie op de beperkte resultaten van de aanpak van milieuvervuiling door end of pipe-technieken, is onder meer het idee ontstaan om afval niet te reduceren maar te hergebruiken (Erkman 1997; Ayres 2008). Dit idee gaf eveneens aanleiding tot de zogenaamde *eco-industriële parken* (eco-industrial park), waarop onafhankelijke bedrijven coöperatieve clusters vormden of moesten vormen om materialen, energie, water en 'bijproducten' op competitieve wijze in te zetten, oftewel waarop de oprichting van een *industriële symbiose* centraal staat (Lowe, Moran et al. 1995; Lowe 1997; Chertow 2000; Liwarska-Bizukojc, Bizukojc et al. 2009). Vandaag de dag wordt clustering van bedrijven aangemoedigd ook buiten dit technische veld, voor een bredere aanpak van een duurzame ontwikkeling van het terrein en de bedrijven (zie hoofdstuk 2). Verschillende definities van eco-industriële parken werden opgesteld waarvan bijvoorbeeld:

- "A *community* of manufacturing and service businesses seeking enhanced environmental and economic performance through collaboration in managing environmental and resource issues including energy, water, and materials. By working together, the community of businesses seeks a collective benefit that is greater than the sum of the individual benefits each company would realise if it optimised its individual performance only. The goal of an eco-industrial park is to improve the economic performance of the participating companies while minimising their environmental impact. Components of this approach include new or retrofitted design of park infrastructure and plants, pollution prevention, energy efficiency, and inter-company partnering. Through collaboration, this community of companies becomes an 'industrial ecosystem'." (Lowe, Moran et al. 1995)
- "An eco-industrial park is an industrial *system* which conserves natural and economic resources; reduces production, material, energy, insurance and treatments costs and liabilities; improves operating efficiency, quality, worker health and public image; and provides opportunities for income generation from use and sale of wasted materials." (Coté en Hall 1995)

Na hun introductie in de jaren 1990, hebben eco-industriële parken wereldwijd interesse en navolging gekregen, waaronder ook in Vlaanderen, bijvoorbeeld in de Gentse haven (Coté en Hall 1995; Coté en Smolenaars 1997; Côté en Cohen-Rosenthal 1998; Lambert en Boons 2002; Heeres, Vermeulen et al. 2004; Roberts 2004; Van Dyck, Van Zwam et al. 2008; Elabras Veiga en Magrini 2009; Liwarska-Bizukojc, Bizukojc et al. 2009). Het concept stelt dat de industrie milieuvriendelijker kan werken in clusters dan individueel. Dit verklaart de interesse van de Vlaamse Milieumaatschappij en McKinsey om via industriële clustering ook het energiegebruik en de broeikasgasemissies te reduceren.



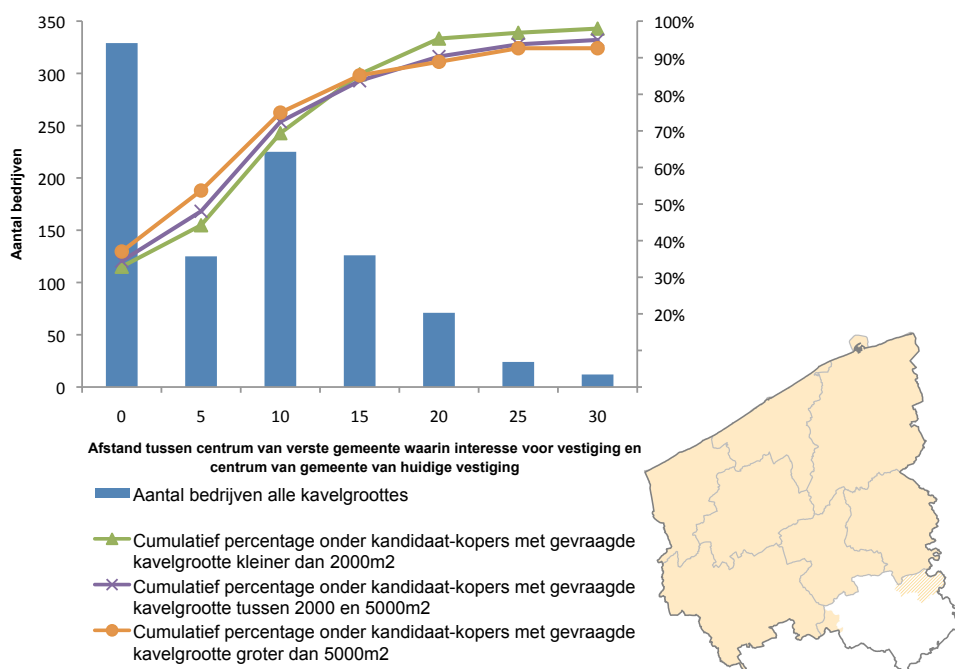
Figuur 6.6: Symbiotische relaties in het industrieel complex Kalundborg in Denemarken (Industrial Symbiosis 2010)

Het 'kleinschalige' industrieel complex Kalundborg in Denemarken, bestaande uit slechts 7 bedrijven en de gemeente Kalundborg maar wel met 20 symbiotische relaties, is wellicht het meest geciteerde eco-industriële park (zie Figuur 6.6) (Industrial Symbiosis 2010). Strategische belangen (zoals een dreigend tekort aan water bijvoorbeeld) of voorname verminderde operationele kosten (zoals stoomlevering bijvoorbeeld) leiden tot deze relaties (Brings Jacobson 2006). Bedrijven wisselen er nu energie, water en materialen uit. Een afvalstroom voor het ene bedrijf betekent grondstoffen voor het andere, waardoor de milieudruk afneemt. Het National Industrial Symbiosis Programme is een programma in het Verenigd Koninkrijk (zie Kader 6.2) dat specifiek gericht is op industriële symbiose. Na vijf jaar activiteit heeft het programma naar eigen zeggen zo'n 6 Mton CO<sub>2</sub>-emissies vermeden door reductie van grondstoffengebruik, brandstofverbruik, transport, afvalcreatie en energiegebruik (Laybourn en Morrissey 2009).

#### Kader 6.2: National Industrial Symbiosis Programme

Het National Industrial Symbiosis Programme (NISP) in het Verenigd Koninkrijk is een overheids gesteund netwerk van 12 500 bedrijven, vertegenwoordigd in alle sectoren, waaronder multinationals en meer dan 90% KMO's en micro-ondernemingen. NISP wordt gestuurd door de industrie zelf en is gericht op de uitwisseling tussen ondernemingen van materialen, water, energie, en het delen van logistiek, expertise en kapitaalgoederen. 60 personeelsleden met industriële achtergrond werken onderverdeeld in verschillende maar samenwerkende regionale teams. Ze hebben de expertise en de contacten in de bedrijfswereld en worden ondersteund met specifieke tools zoals een uitgebreide database van alle vraag en aanbod in de markt. Ze organiseren events, opleidingen, workshops (Laybourn en Morrissey 2009).

Het actieveld van het National Industrial Symbiosis Programma is echter niet begrensd tot een bedrijventerrein, maar strekt zich uit tot een regionaal industrieel metabolisme. Voor het bereiken van materiaalcycli is dit noodzakelijk om voldoende materiaalconnecties te vinden en dus om een praktisch haalbaar concept te worden. Een regio biedt een bredere markt aan en bijgevolg meer opportuniteiten voor uitwisseling, een hoger aantal mogelijke partners en alternatieve partners wanneer bedrijfscondities en bedrijven evolueren – wat onvermijdelijk is. Transportkosten en grondstoffenprijzen zijn te laag om industriële symbiose als een primaire lokalisatiefactor te fungeren en dus om co-locatie van bedrijven hierop gericht te stimuleren. Bedrijven houden eerder rekening met andere lokalisatiefactoren als marktafzet, werknemers, marketing, subsidies, emotionele motieven. Vele bedrijven verlaten bovendien niet graag de gekende omgeving (zie ook Figuur 6.7) (Lowe, Moran et al. 1995; Côté en Cohen-Rosenthal 1998; Lambert en Boons 2002; Roberts 2004; Sterr en Ott 2004; Tudor, Adam et al. 2007; Maes, Van Eetvelde et al. 2008).



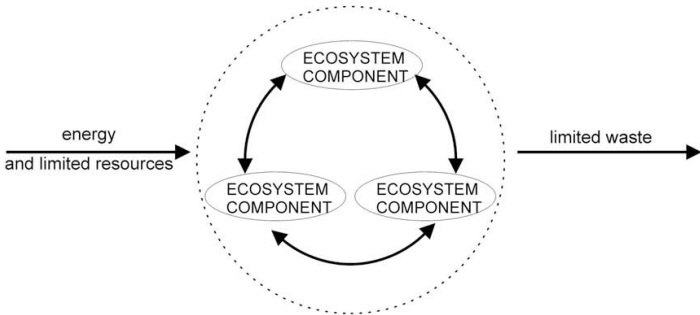
*Figuur 6.7: Een maximale verhuisafstand (km) voor KMO's wordt gegeven door Cabus en Vanhaverbeke (2007) als zijnde 15 km, wat een grens aangeeft voor de allocatie van bedrijven. Ook onder de kandidaat-kopers voor bedrijfskavels in het werkgebied van de West-Vlaamse Intercommunale in West-Vlaanderen (ingekeurd gebied) is de gewenste verhuisafstand inderdaad beperkt.*

Een regionaal industrieel metabolisme komt in feite dichter te staan bij het originele idee van Billen, Toussaint et al. (1983) die de industriële structuur in België aankaartten (zie Kader 6.3), en tevens van Frosch en Gallopoulos die het 'industriële ecosysteem' met succes hebben geïntroduceerd in 1989 (Frosch en Gallopoulos 1989; Erkman 1997). De maakindustrie transformeert circulerende materiaalstromen van de ene vorm naar de andere. Alle materiaalstromen, van productie én consumptie, dienen hierbij meegenomen te worden, en niet alleen materialen en "bijproducten" van bedrijven. Het leidt tot het concept van de 'industriële ecologie', een analogie van de biologische cyclus, voorafgaand aan eco-industriële parken (zie Figuur 6.8). Jelinski et al. (1992): "with the earliest of earth's life forms [...], the potentially usable resources were so large and the amount of life so small that the existence of life forms had essentially no impact on available resources. This individual component

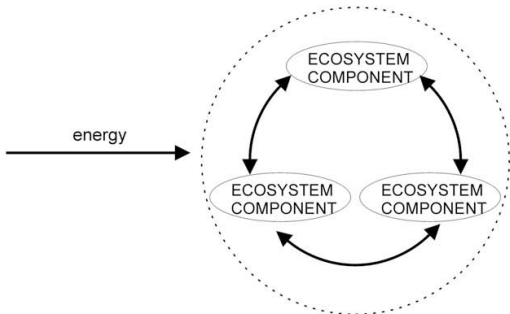
process might be described as linear - that is, as one in which the flow of material from one stage to the next is independent of all other flows (type I ecology). A contrasting picture is an ecosystem in which proximal resources are limited. In such a system, the resulting life forms become strongly interlinked and form the complex networks we know today as biological communities. In this system, the flows of material within the proximal domain may be quite large, but the flows into and out of that domain (i.e., from resources and to waste) are quite small (type II system). [...] To be ultimately sustainable, biological ecosystems have evolved over the long term to be almost completely cyclical in nature, with "resources" and "waste" being undefined, since waste to one component of the system represents resources to another (type III system)." Deze visie kan perfect mede ondersteund worden door industriële symbiose op, rond en tussen bedrijventerreinen.



Quasi-linear materials flows in 'type I' ecology



Quasi-cyclic materials flows in 'type II' ecology



Cyclic materials flows in 'type III' ecology

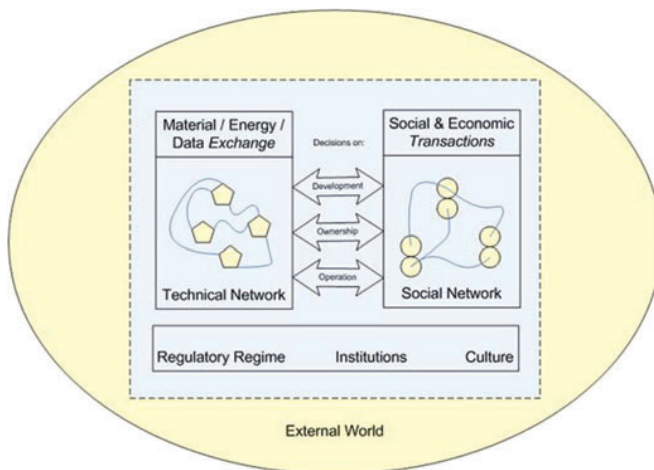
*Figuur 6.8: Evolutie van biologisch leven van een type I naar een type III ecosysteem (Lifset en Graedel 2002; Liwarska-Bizukojc, Bizukojc et al. 2009)*

**Kader 6.3: L'écosystème Belgique**

In 1983 bracht een groep van 6 biologen, chemici en economen een pamflet (Billen, Toussaint et al. 1983) uit waarin zij de Belgische economie op een geheel andere wijze beschreven dan gebruikelijk was. In plaats van de economische activiteit van productie, distributie en consumptie uit te drukken in monetaire termen tekenden ze stroomschema's van materialen en energie, van grondstoffen tot afvalverwerking, om zo aan te geven hoe de Belgische industriële maatschappij omging met de natuurlijke grondstoffen en hoe ze hierin evolueerde. De groep maakte duidelijk dat parallel aan de opening van de grenzen en internationalisatie van de economie, een ont koppeling van sectoren binnen dezelfde materiaalstromen en een toename van energiegebruik en afval ontstonden. Bestaande materiaalkringlopen openden zich, en de groep merkte op dat afvalcreatie het gevolg was van de organisatie van het industrieel systeem. Dit is één van de vroege beschrijvingen van het zogenaamde industrieel metabolisme, of het geheel aan materiaal- en energiestromen doorheen het industrieel systeem (Erkman 1997).

Dit model is niet alleen een ideaalbeeld voor het industrieel metabolisme, het is volgens andere auteurs ook een idealisering van het ecologisch metabolisme (zie bijvoorbeeld Ayres (2004)). Volgens McDonough en Braungart (2002), grondleggers van het Cradle to Cradle-concept dat materiaalkringlopen recent opnieuw onder de aandacht bracht, dienen producten en materialen zo ontworpen en geproduceerd te worden dat ze onbeperkt recycleerbaar zijn (opnieuw een ideaalbeeld want verliezen treden altijd op en recyclage kost energie (Ayres 1998; Ignatenko, van Schaik et al. 2007; Diederer 2010)). Diederer (2010) stelt de strategie van industriële ecologie noodzakelijkerwijze te moeten vullen met andere strategieën als behoeftereductie en reductie van het materiaalgebruik, langere productlevensduur en materiaalsubstitutie (zie onderdeel 1.3.2.).

Dijkema en Basson (2009) en Paredis (2009) wijzen er op dat het technische systeem, van materialen, energie, en ook geld en informatie, niet op zichzelf staat maar interageert met een sociaal systeem, van individuen, organisaties en overheden met onderlinge relaties en transacties, tot vorming van een dynamisch socio-technisch systeem (zie Figuur 6.9). Het technische systeem is voortdurend in evolutie doordat individuen, organisaties en overheden beslissingen nemen inzake consumptie, productie, investeringen, coördinatie en regulering. In het sociale netwerk worden spelregels bepaald door toegang tot en eigendom over grondstoffen en fysieke en financiële activa, en door informele instituties. In dit sociale netwerk spelen affiniteit, overeenkomst, vertrouwen en loyaliteit een belangrijke rol, maar ook perceptie, waarden en normen, gedrag en relaties. Eveneens is dit sociale systeem in continue evolutie. Beide systemen beïnvloeden elkaar. Hieruit volgen een aantal consequenties. Ten eerste duidt dit inzicht aan dat indien men het technische systeem wenst te wijzigen, het sociale systeem compatibel dient te zijn of parallel gewijzigd dient te worden (zie ook bijvoorbeeld Unruh (2000; 2002) en Berkhout (2011)). Ten tweede stellen Dijkema en Basson (2009) dat het socio-technisch systeem geen voorgeschreven maar een evoluerend complex systeem is met vele actoren en beslissingsnemers, dat niet gecentraliseerd kan bestuurd of ontworpen worden, maar eerder begeleid dan gecontroleerd dient te worden.



*Figuur 6.9: Elementen van het socio-technisch systeem (Dijkema en Basson 2009)*

Net zoals Sterr en Ott (2004) legt Roberts (2004) de start van een eco-industrieel park bij de regio - eco-industriële regio of ook virtueel eco-industrieel park genoemd door Lambert en Boons (2002). Vooraleer in te gaan op het gedetailleerde ruimtelijk ontwerp en ook vooraleer een business plan voor het terrein zelf te ontwikkelen, dienen eerst het industrieel metabolisme van de regio, en de daarbij horende hiaten en opportuniteiten voor een industriële ecologie gedetecteerd te worden. Het eco-industrieel park kan zich dan richten op een of meerdere van deze hiaten en kansen, en specifiek daarvoor een uitgerust terrein met meerdere op de aldaar nodige bedrijfsactiviteiten toegespitste diensten te voorzien, alsook de nodige kritische massa voor een succesrijk concept met competitieve voordelen te creëren (eventueel met industriële symbiose maar niet noodzakelijk - zie Kader 6.4). Roberts past een industrieel bedrijventerrein dus in in een regionale industriële ecologievisie en tegelijk in de economische realiteit. Dit is in lijn met de bevindingen van Côté en Cohen-Rosenthal (1998) die stellen dat het succes van een eco-industrieel park in belangrijke mate ligt in de concurrentiekracht van de gevestigde bedrijven in en niet alleen in de milieuperformantie. Er wordt met andere woorden rekening gehouden met het sociale systeem. Roberts richt zich niet op het plaatsen van bedrijven die elkaars reststromen nuttig kunnen inzetten, maar tracht bijvoorbeeld voldoende afval te concentreren op een hiervoor performant bedrijventerrein om te kunnen concurreren met een traditionele business gericht op nieuwe grondstoffen. Roberts erkent dat zijn concept vraagt om een lange termijn strategische planning en management van dergelijke bedrijventerreinen, waarbij vroegtijdig de kernelementen van de noodzakelijke lange termijn infrastructuur voorzien worden. Het systeem wordt begeleid in plaats van gecoördineerd.



**Kader 6.4: Synergy Park Australië**

In zijn voorbeeld van het eco-industrieel terrein Synergy<sup>5</sup> Park in Australië gericht op de voedsel- en drankindustrie en farmaceutische industrie, stelt Roberts voor:

- een Synergy Trust op te richten dat bedrijfskavels verkoopt maar evenzeer zelf bedrijfsgebouwen kan oprichten en leasen aan geïnteresseerde bedrijven om zo meer flexibiliteit in te bouwen;
- een collectieve logistieke hal te voorzien waarin bedrijven enkel betalen voor wat ze werkelijk gebruiken, om zo de totale oppervlakte aan logistieke hallen te reduceren en tevens de kosten van bedrijven te drukken (ook op het Belgisch-Nederlandse bedrijventerrein Logistiek Centrum Hazeldonk-Meer is recent een groot logistiek centrum opgericht als samenwerking van meerdere logistieke dienstverleners);
- de centrale logistieke hal bezit ook een collectief logistiek managementsysteem dat Just In Time leveringen ondersteunt; het systeem zou te duur zijn voor de individuele bedrijven, maar door samenwerking is het wel beschikbaar;
- ten vierde wordt een centrale WKK-installatie voorzien die warmte en elektriciteit levert aan de bedrijven;...

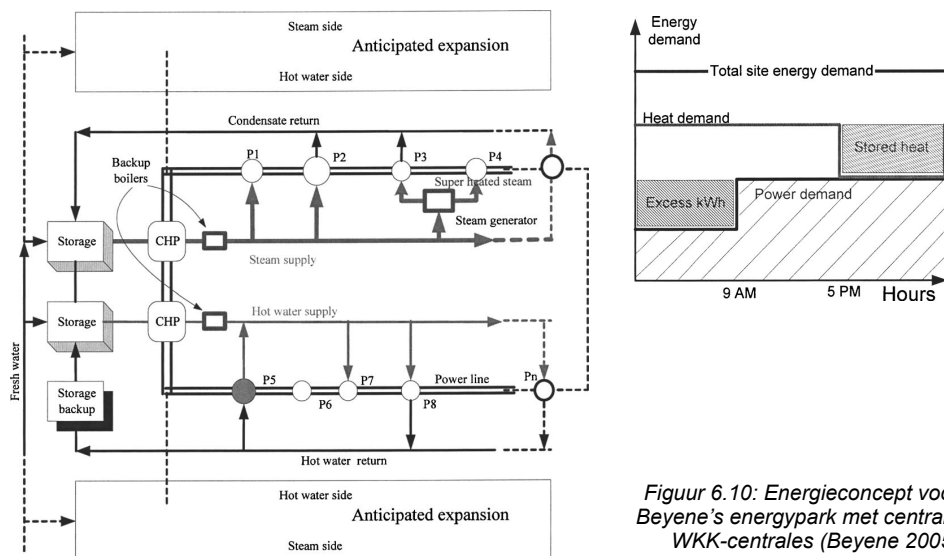
### 6.3. Energiesamenwerking op bedrijventerreinen

Hoewel industriële ecologie niet beperkt mag en kan zijn tot de grenzen van een bedrijventerrein, wil dit evenwel niet zeggen dat industrieel-symbiotische relaties - in materialen, energie, water of andere - binnen de grenzen van een bedrijventerrein onmogelijk of onwenselijk zouden zijn.

Fichtner, Frank et al. (2004) wijzen er op dat het overbrengen van energiestromen specifieke infrastructuur behoeft zoals elektriciteitsnetten, warmtenetten of stoomleidingen, dewelke gepaard gaan met hoge investeringen (DHC+ Technology Platform 2009; Farhangi 2010) en energieverliezen, die beide toenemen met de lengte van het netwerk, waardoor zowel om financiële als technische redenen de ruimtelijke nabijheid tussen bron en doel belangrijk is. In wezen gaat natuurlijk ook met het transport van materialen - die een zekere exergie-inhoud kennen - exergieverlies gepaard. De voornaamste energievormen die gebruikt worden door bedrijven zijn warmte en elektriciteit. Het transport van elektriciteit kent een relatief beperkt exergieverlies. Zo'n 5 à 10% van de geïnjecteerde exergie gaat verloren in het transport en de distributie tussen opwekker en gebruiker (World Resources Institute 2007; Shaw, Attree et al. 2009; Farhangi 2010). Met HVDC-lijnen zou het verlies zelfs tot 2 à 3% per 1000 km kunnen teruggebracht worden (PricewaterhouseCoopers LLP, Potsdam Institute for Climate Impact Research et al. 2010). Geheel anders gaat het bij warmte, althans toch op heden, waar veel grotere verliezen optreden in het transport. In Vlaanderen en Nederland rekent men een temperatuursverval van 1 à 1,5 °C per km leiding voor laag-calorische warmtenetten met een temperatuur van het warmtevoerend medium van ongeveer 100 °C (Vanwalleghem 2011). Een warmteverlies van 30 à 35% werd berekend in de haalbaarheidsstudie van een lage temperatuurswarmtenet tussen een afvalverbrandingsoven en de wijk Waalsprong zo'n 6,5 km ver gelegen in Nijmegen met een aanvoertemperatuur van slechts 45 °C (BuildDesk, Cauberg-Huygen et al. 2009). Tegelijk is er elektrische energie nodig voor het verplaatsen van het warmtevoerend medium. En naarmate de temperatuur van het warmtevoerend medium toeneemt, neemt ook het exergieverlies toe (Çomaklı, Yüksel et al. 2004). De actieradius van warmte en de systeemsschaal van warmtenetten is dus veel beperkter dan die van elektriciteit, zo concludeert Stremke (2010). Het is echter niet uitgesloten uiteraard dat het exergieverlies en de elektrische energievraag van warmtetransport nog verbeteren in de toekomst (zie ook DHC+ Technology Platform (2009)). Eén voorbeeld van verder

onderzoek is een andere opbouw van de warmtetransportleidingen in Zinko, Bøhm et al. (2008). Een ander onderzoek is dat van het mobiele warmtetransport per schip, trein of vrachtwagen door DWA installatie- en energieadvies (2011). Momenteel worden verschillende energietransportsystemen echter niet vergeleken op basis van het totale exergieverlies in de totale energiewaardeketen (zie onderdeel 4.2.1.). Hierbij worden het exergieverlies tijdens het transport en nodige transformaties, de exergie-input voor het energietransport en van energietransformaties<sup>6</sup> - rekening houdend met zowel de intensieve als niet-intensieve gebruikperiodes - zelfs de exergie-input voor de energietransportinfrastructuur vergeleken.

Beyene (2005) acht een sterk doorgezette energie-optimalisatie op bedrijventerreinen mogelijk en ziet hier net de start in voor een eco-industrieel park dat zich richt op een duurzaam materiaalgebruik. Energie-efficiëntie zou het centrale vraagstuk moeten zijn ter optimalisatie bij de ontwikkeling van een eco-industrieel park - *energypark* genoemd (zie Figuur 6.10). Pas in tweede orde kan bredere duurzaamheid de focus worden van clustering, dit omdat de aanpak van symbiose in zowel energie, water als materialen een te complex vraagstuk vormt. Beyene wijst er wel op dat alsdan alle relevante energiestromen moeten onderzocht worden, zoals elektrische energie, stoom en warm water, perslucht, restwarmte en koelwater. In een concreet voorbeeld tracht Beyene de te vestigen bedrijven zo te selecteren dat een vlak energiegebruiksprofiel ontstaat voor een WKK-centrale, mits de mogelijkheid tot stockage meegenomen wordt.



*Figuur 6.10: Energieconcept voor Beyene's energypark met centrale WKK-centrales (Beyene 2005)*

Hoewel energie minder divers is dan materialen - een aanwijzing waarom energieclusters inderdaad geografisch lokale clusters zouden kunnen vormen dan materiaalclusters - kan het toch in velerlei vormen en kwaliteiten (exergie) voorkomen. Energievormen zijn inderdaad elektriciteit, warmte [van verschillende temperaturen en drukken weliswaar], koude, perslucht, etc. zoals Beyene aangeeft. Exergie zit daarin opgeslagen in de vorm van potentiële energie (door gravitationeel of elektrisch potentiaalverschil), chemische energie (verschil in chemische samenstelling), kinetische energie (verschil in beweging) en fysische energie (verschil in temperatuur, druk) (Ayres 1998). De ene energieform en -kwaliteit kan dan wel in meer of mindere mate omgezet worden in de andere, door verschillende transformatietechnieken, doch mits exergieverlies.

Stremke en Koh (2010) analyseerden het biologische ecosysteem op zoek naar strategieën voor een efficiënter en duurzamer gebruik van energie en exergie. Ze kwamen uit op 5 ecologische concepten en 4 ecosystemestrategieën die als leidraad kunnen dienen voor het streven naar een duurzaam energiesysteem.

Ecologische concepten:

1. Assimilatie: bereikbare exergie wordt opgenomen (onder meer de exergie-influx afkomstig van de zon (hernieuwbare energie) wordt opgevangen).
2. Stockage: opgenomen exergie wordt gestockeerd.
3. Lage exergiebehoefte: de exergie-efficiëntie van processen wordt gemaximaliseerd.
4. Optimale systeemgrootte: het exergie-aanbod en het gebruik bepaalt de grootte van het ecosysteem. Dit concept behelst ook de optimale systeemgrootte van verschillende exergiestromen.
5. Sources en sinks (bronnen en putten): exergie wordt doorgegeven.

Ecosysteemstrategieën:

1. Evolutie gaat gepaard met een maximalisatie van nuttig exergieverbruik en maximalisatie van exergiestockage.
2. Differentiatie in exergieverbruik: hoogwaardige versus laagwaardige grondstoffen, horizontale, verticale, temporele spreiding.
3. Bioritme en periodiciteit: afstemmen van exergie-gebruik op ogenblikkelijk aanbod van exergie en overbruggen door tijdelijke stockage van exergie.
4. Symbiose: win-win relaties.

Een aantal van deze concepten zijn reeds besproken in hoofdstuk 4, zoals het gebruik van hernieuwbare energie en de maximalisatie van de exergie-efficiëntie. Ook kwam bioritme en tijdelijke stockage al aan bod als onderdeel van de slimme energienetwerken, en kunnen ze daarnaast ook bedrijfsintern toegepast worden, zoals eveneens in hoofdstuk 4 besproken. Interessante concepten en strategieën die hier aan toegevoegd worden, geven een richting aan voor energieclustering: het doorgeven van exergie en het differentiëren in het exergieverbruik.

Energiesamenwerking tussen bedrijven is mogelijk enerzijds in een fysieke clustering: in collectieve energieproductie (zie *energypark*), in energie-integratie (het doorgeven van exergie van het ene bedrijf naar het andere, zie Kalundborg) en in energiedistributie (het verdelen van exergie vanaf een productie-installatie of vanaf het distributie-/transmissienet naar de bedrijven) (zie Ecofactorij in onderdeel 5.2.3.); het kan anderzijds ook gaan om een clustering gericht op diensten, zoals gezamenlijke aankoop van energie en professionele energiediensten als onderhoudsdiensten, energiemonitoring, energiemanagement en bij uitbreiding carbon management, en samenwerking in de levering van samen geproduceerde energie. Dienstenclustering kwam gedeeltelijk aan bod in hoofdstukken 4 en 5. Hierbij werd gesteld dat het parkmanagement van de terreinbeheerder een rol in energiemonitoring en -management kan opnemen om de CO<sub>2</sub>-emissiereductie te ondersteunen, maar zoals uit hoofdstuk 2 blijkt, kan dit parkmanagement eveneens (mede) door een bedrijvenvereniging uitgevoerd worden.

Energieclustering kan een lagere milieulast meebrengen, wanneer die leidt tot een verminderde inzet van energie of de verhoogde inzet van hernieuwbare energie, doch het is niet ondenkbaar dat bedrijven zelf ook interessante voordelen door energieclustering kunnen boeken (zie ook Kader 6.5 en bijvoorbeeld Fichtner, Frank et al. (2004)). Bedrijfsvoordelen kunnen op verschillende vlakken gezocht worden, ten eerste in de reductie van investeringen en operationele kosten:

- in verminderde installatiekosten door schaalvoordelen, hogere productie-efficiëntie van grote installaties (daardoor lagere capaciteit nodig), toegang tot meer efficiënte technieken, ter beschikking stellen van individueel capaciteitsoverschot, uitbesteding van investeringen in energie-installaties;
- in verminderde brandstofkosten door een lagere energieprijis via het bundelen van de energievraag (hoger volume, constanter verbruiksprofiel), door verhoogde bereikbaarheid van

het gebruik van hernieuwbare energie, door uitwisseling van herbruikbare residuele exergie (restwarmte en restkracht);

- in verminderde onderhoudskosten door schaalvoordelen, verhoogde bereikbaarheid van professionele diensten, verminderde stilstand door beter onderhoud;
- in verminderde netkosten door bundelen van de energieafname van het distributienet (hoger volume, constanter verbruiksprofiel), door verhoogde bereikbaarheid van energie-autonomie;
- in verminderde belastingen en door subsidies.

De energiezeekerheid kan mogelijk ook verbeterd worden door een verminderde afhankelijkheid van energiemarkten via zelfproductie, door hogere operationele betrouwbaarheid of door uitbesteding. Een verhoogde bereikbaarheid van hernieuwbare energieproductie en -verbruik door clustering kan voor een lagere carbon footprint zorgen, wat de positie van bedrijven in waardeketens en het imago kan versterken. Ten slotte, bedrijven bezitten meer mogelijkheden om een gezonde werkomgeving en de brede duurzaamheid te verbeteren.

#### **Kader 6.5: Voorbeelden van kostenreductie en vermindering van de milieulast**

Het potentieel in energieclustering inzake vermindering van de milieulast en kostenreductie wordt aangetoond door verschillende praktijkgevallen beschreven in wetenschappelijke literatuur.

- Chae et al. (2010) werkten bijvoorbeeld een restwarmtenetwerk uit van enerzijds 5 petro-chemische source bedrijven (beschikbaarheid van restwarmtewater van 70 à 80 °C en restwarmtestoom van 180 à 200 °C) en anderzijds 5 sink bedrijven (met een stoombehoefte van 140 à 170°C), woningen, glastuinbouw en een viskwekerij (met warmtebehoefte van 100 à 120 °C) in het Yeosu National Industrial Complex in Zuid-Korea. De symbiose kan de totale niet-ingezette restwarmtestroom van de 5 source bedrijven delen door 9, de totale energiekost van de ontvangende partijen delen door 10, en het brandstofverbruik en de CO<sub>2</sub>-emissie van de ontvangende partijen herleiden tot nul.
- Sokka, Pakarinen et al. (2011) tonen een bestaande industriële symbiose op Kymi Eco-Industrial Park in Finland tussen een papier- en pulpproducent, drie chemische bedrijven, drie waterzuiveringsinstallaties, twee energieproductie-vestigingen en landbouwbedrijven in de omgeving, waarbij een verhoogde CO<sub>2</sub>-emissie van 40 tot 75% zou ontstaan ingeval van het wegvallen van de symbiose. Bovendien kan de symbiose nog verbeterd worden om de CO<sub>2</sub>-emissies verder te reduceren, door onder andere de brandstofmix aan te passen of additioneel complementaire bedrijven aan te trekken.
- Fichtner, Frank et al. (2004) werkten een case study uit van een centrale WKK voor zes grote energiegebruikers in Duitsland, waarmee de energiekost nog eens met 5% kan gereduceerd worden ten opzichte van de plaatsing van 6 individuele WKK's.

### **6.3.1. Fysieke energieclustering voor CO<sub>2</sub>-neutraliteit**

#### **6.3.1.1. Collectieve/centrale energieproductie**

Bedrijven op een bedrijventerrein kunnen de behoeften bundelen voor de aanschaf, het gebruik en het onderhoud van allerhande bedrijfsfuncties als waterbekkens, opslagplaatsen, laad- en

losplatforms, etc. (WES Onderzoek en Advies en Universiteit Gent 2004; WES Onderzoek en Advies, West-Vlaamse Intercommunale et al. 2004; Van Eetvelde, Delange et al. 2005). Dit optimalisatieconcept is eveneens toe te passen op energie-efficiëntie en energievoorziening, zelfs op emissieprestatie. Een groep van bedrijven kan eraan denken om zich gezamenlijk te voorzien van een energieproductie-installatie. De terreinbeheerder/het parkmanagement of een derde kan eveneens voorzien in de gebundelde energiebehoefte van de bedrijven. Allerlei energievormen zijn hierbij denkbaar, zoals elektriciteit, warmte, koude, stoom, perslucht, biogas, etc. Niet alleen grootschalige energie-installaties komen dan in aanmerking, ook een groep van gelijke of verschillende kleinere productie-installaties kunnen samenwerken tot één grote energievoorziening, met behulp van een of meerdere compatibele lokale energienetten voor de verdeling en levering. Verschillende types van installaties kunnen ingezet worden om meerdere types energiestromen ter beschikking te stellen, om meer energie te produceren, om vlakke energieprofielen te verkrijgen, om het risico te verkleinen, etc. Men spreekt in deze situatie ook wel van virtuele energiecentrales of virtual power plants<sup>7</sup> (VPP) in geval van elektrische energieproductie indien deze installaties vanuit een centrale eenheid kunnen aangestuurd worden met energieproductie als doel maar tevens voor ondersteuning van de netstabiliteit (in geval van elektriciteit) (Battaglini, Lilliestam et al. 2009; Cossent, Gómez et al. 2009). Onderzoek wordt momenteel uitgevoerd om dergelijke VPP's in de praktijk te zetten.

Collectieve/centrale energieproductie komt in het vizier om meerdere redenen. Stedenbouwkundige verwachtingen op bedrijventerreinen laten geen wildgroei toe van allerlei individuele energie-installaties met een ruimtelijke impact. Bedrijventerreinen worden voor het plaatsen van windturbines in Vlaanderen aangeduid als een van de meest acceptabele inplantingslocaties (Vlaamse Regering 2006). Grootschaligere energieproductie geniet van schaalvoordelen ten opzichte van microgeneratie (vergelijk bijvoorbeeld grote windturbines ten opzichte van urban windturbines). De gezamenlijke/centrale productie kan tekorten in potentiële individuele energieproductie aanvullen; grote bedrijventerreinen kunnen eventueel ook een surplus aan energie produceren voor kleinere terreinen waar minder mogelijkheden zouden bestaan (in geval uiteraard een energienet tussen de terreinen aanwezig is). Collectieve energieproductie zou grootschalige energieproductie op een bedrijventerrein open kunnen stellen voor alle bedrijven en niet enkel voor enkele bedrijven die een opstalvergoeding en/of een directe verbinding met de installatie hebben kunnen verkrijgen. Ten slotte, bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders kunnen zelf mee investeren in de energieproductie om zo inkomsten te genereren die ze onder meer kunnen investeren in dienstverlening voor het ondersteunen van de reductie van de carbon footprint van bedrijven.

### 6.3.1.2. Collectieve/centrale energieproductie voor *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*

Ook voor het voldoen aan de vereiste tot *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* kan collectieve/centrale energieproductie instaan. Algemeen gesteld kan de verplichting tot het individuele *CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteitsverbruik* door de bedrijven verzekerd worden door clausules op te nemen in de terbeschikkingstellingcontracten tussen terreinontwikkelaar/-beheerder en bedrijven die een *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* opleggen (zie onderdeel 5.1.). Op deze wijze kan alle flexibiliteit worden geboden voor de individuele keuze van de gevestigde bedrijven. De *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* zal wel gescheiden moeten aangetoond worden voor elke individuele onderneming (zie onderdeel 5.1.1.). In geval van collectieve energieproductie door bedrijven kan echter door de opstart van een aparte juridische entiteit en via de aankoop van de geproduceerde energie door de individuele bedrijven rechtstreeks of onrechtstreeks van die entiteit, een afname van groene energie worden aangetoond. Meteen impliceert dit bovendien dat collectieve energiecentrales niet omwille van de opgelegde *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* tot bedrijventerreinen gebonden zijn. Deze werkmethode biedt het voordeel dat ook kleine bedrijventerreinen of sterk bewoonde bedrijventerreinen bijvoorbeeld toch ook kunnen voorzien worden van een collectieve/centrale energie-installatie ook al kan deze niet op het bedrijventerrein zelf gelokaliseerd worden. Ook kan dus door de realisatie van grootschalige productie-installaties de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* van meerdere bedrijventerreinen veilig gesteld worden. Mede gezien de sterke ruimtelijke beperkingen in Vlaanderen en de verschillende reglementeringen en richtlijnen voor de inplanting van

bedrijventerreinen enerzijds en zonne-energie-installaties, windenergie-installaties, biomassacentrales, enz. anderzijds, is dit een zeer welkome oplossing.

In enge zin kan collectieve energieproductie aldus de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* als het *CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteitsverbruik* ondersteunen; in ruimere zin kan deze dit eveneens doen voor andere energievormen zoals bijvoorbeeld een *CO<sub>2</sub>-neutraal warmteverbruik*. Dit onderdeel is niet beperkt tot de productie van groene stroom.

### 6.3.1.3. Energie-uitwisseling en energiedistributie

Collectief of centraal door de terreinbeheerder/het parkmanagement of derden geproduceerde energie dient verdeeld te worden aan energiegebruikers. Zoals eerder gesteld kan collectieve, zelfs centrale, energieproductie eveneens voorzien worden door een groep van meerdere kleinere productie-eenheden. Op die manier zou eveneens de vrije capaciteit van een bestaande individuele installatie binnen één bedrijf kunnen verkocht worden aan andere bedrijven. Een 'overschot' aan capaciteit kan het gevolg zijn van efficiëntieverbeteringen in het productieproces, de inkrimping van de productie, het sluiten van een fabriek of het niet aanspreken van reserves (WES Onderzoek en Advies en Universiteit Gent 2004). Energiestromen die uitgewisseld kunnen eveneens residuele exergiestromen betreffen.

Hiervoor zijn echter leidingen of een geheel netwerk nodig dat energiestromen kan overbrengen. In geval van elektriciteit wordt een netwerk standaard voorzien, zij het op heden nog niet erg compatibel met injectie van elektriciteit en onderlinge uitwisseling (niet alleen technisch, ook nettarieven stimuleren lokale afstemming van verbruik en productie niet), doch onderzoek op bedrijventerreinen wordt op heden uitgevoerd, met het oog op lokale afstemming van energie-injectie en energieafname. Als alternatief kunnen eventueel private lijnen of netten aangelegd worden door de bedrijven, de terreinbeheerder/het parkmanagement of een derde partij. In geval van andere energiestromen, zoals biogas of warmte, is dit netwerk echter zelden aanwezig in Vlaanderen (of is de opwerking van biogas tot aardgaskwaliteit nog niet rendabel), en dienen op eigen initiatief van de bedrijven of de terreinbeheerder/het parkmanagement een net of leidingen voorzien te worden.

### 6.3.1.4. Energie-uitwisseling en energiedistributie voor *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*

Ook dit onderdeel is niet beperkt tot de enge interpretatie van *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik*, maar neemt eveneens andere energievormen mee om een bredere *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* te bekomen.

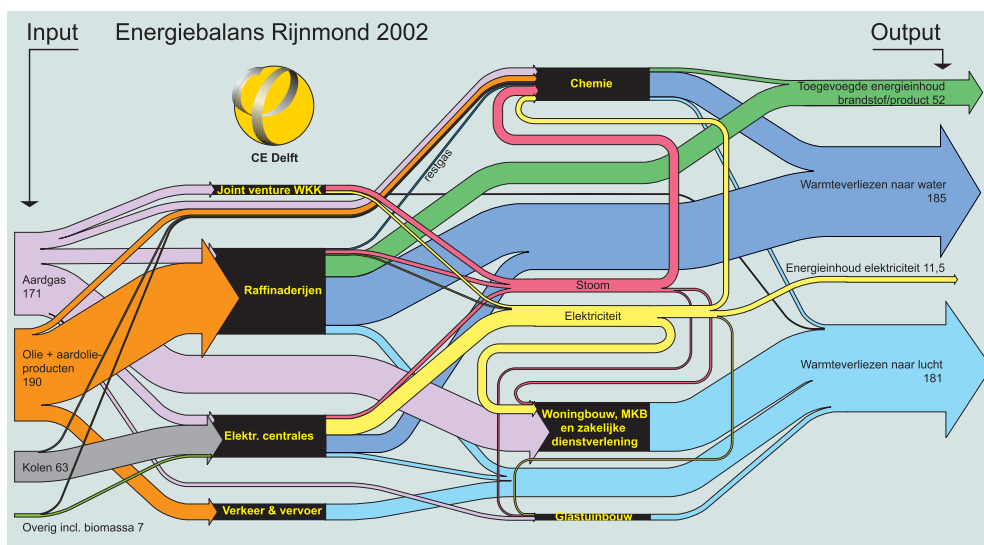
Energie-uitwisseling en -distributie maakt het mogelijk dat opgewekte hernieuwbare energie vanuit een of meerdere collectieve/centrale energieproductiecentrales en vanuit individuele productie-installaties tot bij de energiegebruikers kan gebracht worden. Hierdoor kan het gehele bedrijventerrein als één actiegebied voor de lokale productie van energie aangesproken worden én kan het uitgevlakte en stabielere gezamenlijke energiegebruiksprofiel van alle bedrijven en collectieve functies in plaats van elk afzonderlijk verbruiksprofiel het onderwerp van optimalisatie vormen. Daarmee vormen bedrijventerreinen een perfect biotoop voor de implementatie van virtuele energiecentrales en slimme energienetten. De artificiële begrenzingen door kavelgrenzen delen het terrein op in kleine vakjes waardoor onnodige beperkingen, ook voor een *CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening* gesteld worden. De lokale afstemming van geproduceerde en geconsumeerde energie kan er eveneens voor zorgen dat distributieverliezen beperkt worden. In de praktijk slaat dit op elektrische energie in Vlaanderen op heden.

Energie-uitwisseling maakt het mogelijk dat een samenwerkingsverband van bedrijven rest-energiestromen kan benutten om op die wijze de energie-efficiëntie te verhogen. Restwarmte als meest voorkomende residuele exergievorm, die niet kan hergebruikt worden binnen de eigen inrichting, wordt doorgaans weggekoeld, omdat er geen mogelijkheid bestaat tot injectie in een lokaal net. Terugverwijzend naar de geschatte restwarmte die ter beschikking is in Vlaanderen (zie onderdeel 4.2.3.2.3.) is nog een grote efficiëntiewinst mogelijk. Daarnaast kunnen eveneens andere restenergiestromen worden uitgewisseld zoals biogas, biomassa, waterstof, koelte, etc.

Het Ecoheatcool-project (Werner 2006b) detecteerde vooral in Zweden en in mindere mate in Denemarken een injectie van restwarmte uit de industrie in warmtenetwerken, al kan ook het gebrek aan gegevens een voorname oorzaak zijn in het ontbreken van restwarmte-injectie in de andere landen. Het Ecoheatcool-project schat het totale potentieel voor warmtelevering door industrie van restwarmte aan warmtenetten in Europa op 8% van het totaal eindenergiegebruik van warmte en elektriciteit van de industrie. Dit potentieel komt neer op 1100 PJ/jaar, ofwel het volledige warmteverbruik van Nederland (Wetzels 2010), terwijl de injectie nu op 25 PJ/jaar ligt, dus op slechts 2% van het potentieel. In Nederland wordt 24% van de industriële warmtevraag actief weggekoeld (Wetzels 2010).

#### Kader 6.6: Industrieel Ecosysteem in Haven Rotterdam

In Rotterdam werd in het kader van het Industrieel Ecosysteem-project (INES) (dat liep vanaf 1993) industriële restwarmte-uitwisseling tussen bedrijven in het industrieel havencomplex bestudeerd (Lambert en Boons 2002; Rooijers, De Haan et al. 2002). Het energiegebruik staat hier bijna volledig ten dienste van raffinaderijen, de chemische sector en energieproducenten (zie Figuur 6.11), net een verzameling van potentiële restwarmteleveranciers zoals uit onderdeel 4.2.3.2.3. blijkt. De chemische sector gebruikt alvast stoom komende van de raffinaderijen en de energiecentrales. Volgens Rooijers, de Haan et al. (2002) wordt 5,7 PJ/jaar aan restwarmte hergebruikt en is 52,5 PJ/jaar nog beschikbaar voor export, in vier deelgebieden (Maasvlakte, Europoort, Botlek, Pernis), waarvan 15,9 PJ/jaar hoog-calorische warmte. De totale restwarmte in het haven-industrieel complex is volgens CE Delft en DCMR Milieudienst Rijnmond (2007) ongeveer 203 PJ/jaar, bijgevolg is minstens 29% van de restwarmte recupereerbaar voor gebruik, waarvan nog 26 procentpunten beschikbaar is. Merk op dat het beschikbare restwarmtepotentieel net even groot is als de toegevoegde energie-inhoud in de brandstofproducten door de gehele raffinagesector in de haven, waarmee dus het grote potentieel wordt bevestigd en wat meteen ook de nadruk op restwarmtebenutting in de REAP verklaart (zie onderdeel 4.2.1.).



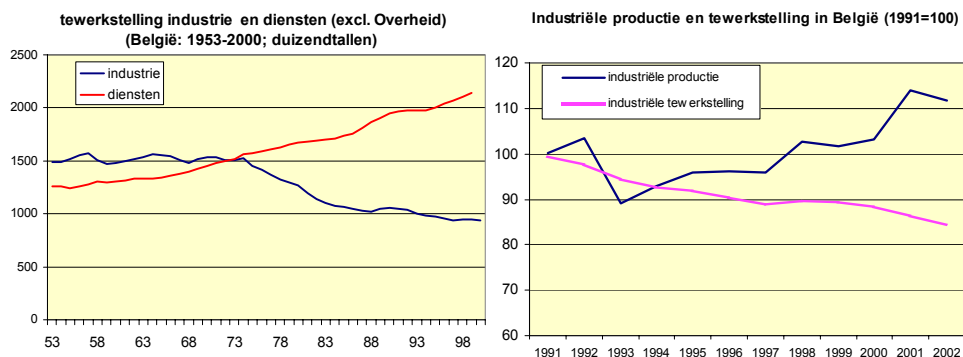
Figuur 6.11: Sankeydiagram van de Rijnmond (cijfers in PJ/jaar, exclusief energiestromen van grondstoffen en (half)producten als input voor de processen) (CE Delft en DCMR Milieudienst Rijnmond 2007)

### 6.3.1.5. Afstemming met type bedrijventerrein

De eerder geformuleerde definities van een eco-industrieel park leggen elk een andere nadruk: terwijl Coté en Hall (1995) de nadruk leggen op een *industriële systeem* leggen Lowe, Moran et al. (1995) de nadruk op een *gemeenschap* van bedrijven. Het onderscheid in deze definities kent zijn oorsprong in de aard van de bedrijvigheid en de voornaamste mogelijkheden voor een duurzaam ondernemerschap op verschillende types bedrijventerreinen (Lambert en Boons 2002). Ook de mogelijkheden tot industriële ecologie en energieclustering verschillen.

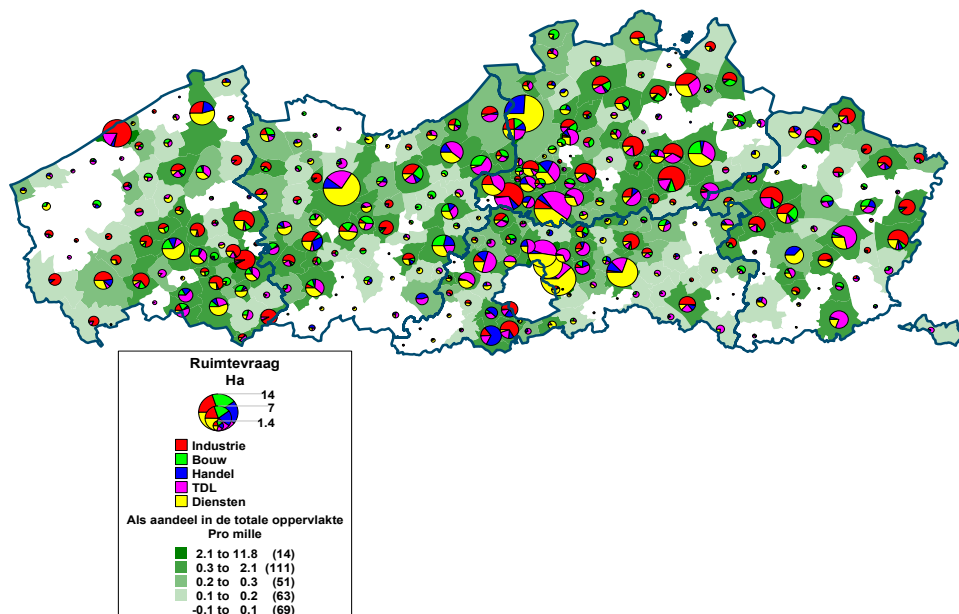
Lambert en Boons wijzen erop dat er in het kader van het streven naar eco-industriële parken een duidelijk onderscheid dient gemaakt te worden tussen twee uiteenlopende types van bedrijventerreinen. Enerzijds zijn er de traditionele industriële complexen, bestaande uit materiaal- en energie-intensieve industriebedrijven; anderzijds zijn er de gemengde bedrijventerreinen, bevolkt door een groep van kleine en middelgrote bedrijven, met ambachtelijke bedrijvigheid, arbeids- of kennisintensieve bedrijvigheid, dienstverlening, etc. Met het delokaliseren van vele industriële bedrijvigheid uit Europa, de toenemende verhuis van bedrijven naar bedrijventerreinen en de sterke groei van de diensteneconomie, hebben de meeste bedrijventerreinen een geheel ander voorkomen dan traditionele industrieparken bevolkt door proces- en maakindustrie (zie Figuren 6.14 en 6.15) (Lambert en Boons 2002).

Nog verhuizen steeds veel bedrijven van een locatie die niet gelegen is op een bedrijventerrein, en dus eerder verweven met andere ruimtelijke functies, naar een locatie op een bedrijventerrein (Cabus en Vanhaverbeke 2007). België kent eveneens een 'duurzame' teloorgang van tewerkstelling in de industrie onder de invloed van de delokalisering, de productiviteitsgroei en het afstoten van taken door de industrie, terwijl de diensteneconomie steeds meer tewerkstelling creëert (Allaert 2003; De Grauwe 2003). Deze laatste tendens zou zich nog sterker kunnen doorzetten in de vorm van talrijke product-dienstcombinaties (Berkhout 2011). Toch wil dit niet zeggen dat de industriële productie afneemt, en dit hoeft ook niet in de toekomst (zie Figuur 6.12) (De Grauwe 2003). De vraag naar bedrijfsruimte voor de industriële bedrijfstakken is op heden alvast duidelijk aanwezig (zie Figuur 6.13).



Figuur 6.12: Evolutie van de tewerkstelling in de industrie en diensten in België (De Grauwe 2003).

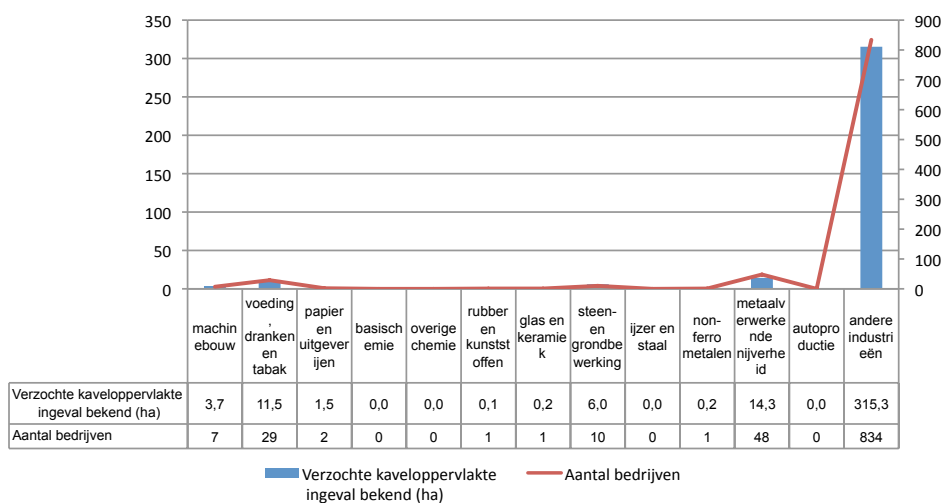




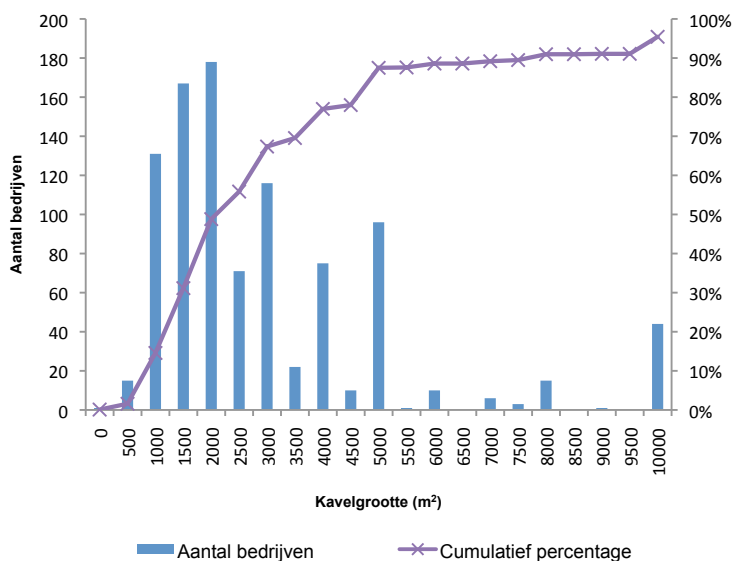
*Figuur 6.13: De geschatte gemiddelde jaarlijkse ruimtevrage voor de periode 2007-2022 in Vlaanderen voor bedrijventerreinen (met aanduiding van de absolute grootte, zowel als het aandeel van de totale oppervlakte van de gemeente, en met aanduiding van de relatieve verdeling vanuit de verschillende sectoren) (Voka 2006)*

Binnen industriële complexen is er een spontane evolutie naar bedrijfsinterne procesintegratie en bedrijfsgrensoverschrijdende industriële symbiose inzake materialen, energie en water. Een betere energie-integratie van processtromen binnen bedrijfsgrenzen kent een natuurlijke uitbreiding over bedrijfsgrenzen heen (Lambert en Boons 2002). De optimalisatie van een industrieel systeem dient aldus inderdaad te gebeuren.

Gemengde bedrijventerreinen worden gekarakteriseerd door een sterke diversiteit in bedrijfssectoren (productiebedrijven, maakindustrie, logistiek, diensten, groothandel, kleinhandel, recyclage, etc.), in schaal (kleine en middelgrote ondernemingen, kleine tot grote bedrijventerreinen), in functies (werk, wonen, vrije tijd) en, niet onbelangrijk, door een snelle wisseling in gevestigde bedrijven (Lambert en Boons 2002). Daarmee is ook het energiegebruik weinig te voorspellen en variabel op deze gemengde bedrijventerreinen (zie ook de variatie in het energiegebruik over de verschillende bedrijven op het bedrijventerrein Sappenleen Poperinge in onderdeel 5.5.1.). Individualiteit speelt een belangrijke rol, de ondernemingen ondervinden weinig tot geen voordeel van de ruimtelijke nabijheid van hun buurbedrijven. Er kan competitie zijn tussen onderlinge bedrijven, gebrek aan interesse voor het reilen en zeilen op het bedrijventerreinen, laat staan voor interbedrijfssamenwerking, en de interesses kunnen sterk uiteenlopen. De coherentie tussen de bedrijven is erg laag, besluiten Lambert en Boons, en stellen daarom voor gemengde bedrijventerreinen een bredere aandacht voor duurzaamheid voor. Kernpunten zijn het ruimtelijke ontwerp van het bedrijventerrein, de opzet van een structureel overlegplatform tussen bedrijven en een goed beheer van het terrein (zie inderdaad al in hoofdstuk 2).



*Figuur 6.14: De distributie van het aantal kandidaat-kopers en verzochte kaveloppervlakte (indien bekend) volgens de meest energierelevante bedrijfstakken (zie onderdeel 4.2.3.2.3.), in het werkgebied van de West-Vlaamse Intercommunale, toont dat de huidige generatie nieuwe bouwers inderdaad vooral kleine energiegebruikers zijn*



*Figuur 6.15: Gevraagde kaveloppervlakte onder de kandidaat-kopers binnen het werkgebied van de West-Vlaamse Intercommunale*

Toch is energiesamenwerking tussen bedrijven zowel op de traditionele als op de gemengde bedrijventerreinen wel degelijk mogelijk. Er is zowel interesse vanuit de energie-intensieve bedrijven als vanuit de niet-energie-intensieve bedrijven, én het kan beide zelfs verbinden. Lambert en Boons (2002) bewijzen de natuurlijke evolutie op traditionele bedrijventerreinen naar procesintegratie, onder meer op energievlak, en naar de uitbesteding van utilities waardoor kansen geboden worden tot collectieve of centrale energieproductie én tot energie-uitwisseling. De auteurs verwachten anderzijds interesse in

collectieve energie-aankoop en eveneens collectieve energieproductie op gemengde bedrijventerreinen, doch enkel op vrijwillige basis - zie bijvoorbeeld de interesse in collectieve windturbines op het bedrijventerrein Zaubeeek in Kruishoutem-Zulte (Lippens 2008). Ondanks het feit dat bedrijven in de voedingssector en processectoren restwarmte ter beschikking hebben, wordt de behoefte aan warmte-uitwisseling op gemengde terreinen als laag aanzien (Lambert en Boons 2002). In de praktijk zijn er echter wel voorbeelden te vinden van terreinoverkoepelende warmtevoorzieningen waarin ook het kleiner potentieel aan restwarmte toch benut kan worden (zie Kader 6.7).

#### **Kader 6.7: Combinatie centrale warmtevoorziening en restwarmtebenutting**

In de recente studies van CE Delft en DCMR Milieudienst Rijnmond (2007), en van De Buck et al. (De Buck en Huetting 2008; De Buck, Huetting et al. 2008) voor Rotterdam (zie ook onderdeel 3.3.3. Rotterdam Climate Initiative) wordt voor terreinen met zakelijke dienstverlening en KMO's wordt vooral ingezet op energiezuinige gebouwen en een centrale warmtevoorziening. Warmtenetten worden voorgesteld met gebruik van restwarmte komende vanwege de energie-intensieve industrie of eventueel vanwege de glastuinbouw, alsook met gebruik van koude-warmteopslag in de bodem.

Op het gemengde bedrijventerrein De Dubbelen in het Nederlandse Veghel is een dergelijk systeem reeds aanwezig. Een collectief koude-warmteopslagsysteem biedt een infrastructuur aan voor de benutting van de beschikbare restwarmte afkomstig van een staalbedrijf op het terrein (Wesselink, Simons et al. 2009).

### **6.3.2. Haalbaarheidsfactoren van energieclustering**

Voor de effectieve oprichting van een fysieke energieclustering, zal de concrete casus vanuit verschillende hoeken moeten geanalyseerd worden (Lowe, Moran et al. 1995; Rooijers, De Haan et al. 2002; Gibbs 2003; Fichtner, Frank et al. 2004; Sterr en Ott 2004; Beyene 2005; Goeijenbier en Vlaar 2005; Van Eetvelde, Delange et al. 2005; Werner 2006b; Tudor, Adam et al. 2007; Van Eetvelde, Deridder et al. 2007; Aro 2009; De Buck, Van Valkengoed et al. 2009; Chae, Kim et al. 2010). De JERTS-aandachtspunten van interbedrijfssamenwerking komen hierin duidelijk naar voor (zie hoofdstuk 2).

Partijen dienen in elk geval voldoende tijd te investeren ter concretisering van het project. De opzet kan gepaard gaan met de organisatie van langere termijnprocessen, het samenbrengen van de vele partijen (bedrijven maar eveneens externe partijen), en zelfs met het afstemmen op ruimtelijke orderings- en planningsprocessen (bijvoorbeeld geïllustreerd door het project van de valorisatie van reststromen in het Sloegebied te Vlissingen (DWA installatie- en energieadvies 2010)). Communicatie vormt uiteraard de basis. Verschillende belangen zullen verzoend moeten worden tot een gedeelde overkoepelende visie op het project. Geplande ontwikkelingstrajecten van de participanten zullen voldoende gesynchroniseerd dienen te worden, alsook de totale looptijd van het project behoeft afspraken. Risico's zullen moeten worden ingeschat, externe risico's maar ook door wijzigingen van binnenuit, en indien mogelijk aangepakt. Een draagvlak is bovendien nodig bij eventuele moederbedrijven. Uiteindelijk zal eveneens de praktische taken- en lastenverzwaring of -verlichting, de vlotheid van de werking en de besluitvorming binnen de samenwerkingsstructuur mee de haalbaarheid bepalen.

Het technische maar ook sociale systeem mag echter nog zo goed ontworpen zijn, bedrijven dienen eveneens vertrouwen te hebben in het aanpassingsvermogen aan veranderende omstandigheden dat de samenwerking hen nog laat (Gibbs 2003). Allaert (2003) benoemt flexibilisering als een dominante economisch-technologische ontwikkeling. Het beïnvloedt tevens de innovatie stelt Gibbs (2003). Flexibiliteit/inflexibiliteit zit zowel ingebakken in het technische systeem als in het sociale

systeem van samenwerking. Wetzels (2010) stelt bijvoorbeeld dat warmtenetten hoge investeringen en lange terugverdientijden met zich meebrengen, waardoor leverings- en afnamezekerheid geëist wordt. Lange termijncontracten worden geëist die bedrijven evenwel minder flexibel maken. Juristen die een juridisch samenwerkingsverband opstellen raden echter aan meteen ook de uitstapcondities mee te nemen. Maar flexibiliteit kan eveneens beïnvloed worden door het institutionele kader (bijvoorbeeld condities op private elektriciteitsnetten beschreven in Vlaamse Reguleringsinstantie voor de Elektriciteits- en Gasmarkt (2008) of gesloten distributienetten waarvan onder meer sprake in artikel 28 van Richtlijn 2009/72/EG (Europees Parlement en de Raad 2009c)). Omgekeerd mogen uitgekiende systemen ook niet te afhankelijk worden van één of enkele bedrijven, ze dienen voldoende robuust ontworpen te worden. Beyene onderkent dit door te stellen dat het totale energieprofiel niet te afhankelijk mag zijn van individuele energieprofielen van bedrijven. Ook Fichtner et al. (2004) wijzen op het belang van flexibiliteit en Chae et al. (2010) hebben een flexibel warmtenetwerk expliciet als ontwerprandvoorwaarde meegenomen, hierbij de relevantie van flexibiliteit en robuustheid ook in de tijd aangetoond. In zijn visie voor 2020-2030-2050 stelt het DHC+ Technology Platform (2009) dat elk warmtenetwerk zich moet kunnen aanpassen aan veranderlijke eisen, nieuwe opportuniteiten en innovatie. Evolutie, flexibiliteit, robuustheid zijn dus voorname kernelementen voor het 'vormgeven' van samenwerkingsverbanden en energiesystemen, en voor het lange termijn succes. De opzet van energieclustering behelst bijgevolg het zoeken naar een evenwicht tussen technische efficiëntie - door schaalvoordelen of symbiotische relaties - en flexibiliteit voor de partijen en robuustheid voor de systemen.

### **6.3.2.1. Technische en ruimtelijke haalbaarheid**

De potentiële in-flux van hernieuwbare energie legt uiteraard de basis voor de productie van groene stroom, groene warmte, of andere secundaire groene energievormen. Het betreft de hoeveelheid zonne-energie die instraalt, het windprofiel op het terrein, de geothermische warmteflux op het terrein, maar tevens de potentiële inkomende stroom aan biomassa, biobrandstoffen, waterstof, etc. Dit gegeven potentieel kan niet volledig geassimileerd worden tot bruikbare energievormen, door de technologische stand van zaken, technische, ruimtelijke en ecologische randvoorwaarden die zich stellen. Het aanbod aan verschillende energietransformatie-installaties, of de grondstoffen en halffabrikaten is eveneens een gegeven. Ook kan er concurrentie ontstaan tussen verschillende projecten, waardoor de efficiëntie van de installaties daalt. Hiervoor kunnen afspraken en planning noodzakelijk zijn om dergelijke situaties te vermijden.

Langs de output-zijde van productie-installaties en inrichtingen met residuele energie vormen zich een of meerdere secundaire energiestromen, met een zeker vermogen, een zeker tijdsprofiel (gestuurd, ongestuurd), een zekere betrouwbaarheid, een zekere kwaliteit, etc. die geconfronteerd dienen te worden met de voorwaarden aan het afnameprofiel. De vraag en het aanbod dienen zo mogelijk (exergetisch efficiënt) op elkaar afgestemd te worden, al dan niet mits hulpinstallaties, backup-installaties en bufferinstallaties (onder eigen controle of niet). In geval van cogeneratie, ofwel de gelijktijdige productie van meerdere verschillende energievormen met warmtekrachtkoppeling als bekendste vorm, kan het nodig zijn dat tevens de onderlinge verhouding tussen de verschillende energievormen afgestemd dient te worden. Als randvoorwaarden stellen zich de aard en kwaliteit van de energiestroom aan de 'productie'-zijde en aan de vraagzijde bij restenergie-uitwisseling meer nadrukkelijk op. Tevens is de ruimtelijke distributie van (rest)energiebronnen en potentiële (rest) energieafzet bepalend voor de transportafstand en gepaard gaande infrastructuurkosten en energieverliezen.

Flexibiliteit is noodzakelijk en een technisch concept dient daartoe voldoende robuustheid te tonen. Het energetisch concept kan onmogelijk opgebouwd worden enkel en alleen voor een toestand op één bepaald tijdstip. Energiestromen fluctueren immers in de tijd: ondernemingen kennen een variabele productiehoeveelheid, zij breiden uit en krimpen weer in, ondernemingen gaan failliet en er komen nieuwe in de plaats, enz. Roubuustheid is bovendien noodzakelijk in geval de energieproductie gecontroleerd of ongecontroleerd fluctueert. Zoals gesteld kunnen backups, buffers, hulpinstallaties en energiemangement soelaas brengen, alsook de mogelijkheid tot het injecteren in een extern net, zodat

overschotten en tekorten aan energie kunnen gevaloriseerd worden. Voor dit laatste dient het externe net voldoende capaciteit te hebben.

De technische complexiteit dient uiteraard onder controle te blijven. Daarenboven dient een concept minstens getoetst te worden aan een aantal kwaliteitscriteria, zoals relatief energie- en exergieverlies en duurzaamheid, en vergeleken te worden met alternatieve scenario's. Een typische afweging is de uitvoering van interne energiemaatregelen en procesmaatregelen, etc. versus de uitvoering van collectieve energiemaatregelen, zoals afstandsverwarming en restenergie-uitwisseling. Exergetisch kan niet zomaar voor de ene of de andere maatregel worden gekozen, dit hangt af van de concrete casus. Het is echter wel zo dat clusterprojecten drastisch kunnen veranderen bij de uitvoering van interne projecten (zie casus energiecluster Ieperleekanaal, onderdeel 7.3.). Aldus is vooreerst een goede afweging van de interne projecten noodzakelijk, en dient het collectieve systeem voldoende robuustheid te tonen.

### 6.3.2.2. Financiële haalbaarheid

Een volgend, ditmaal financieel, in-fluxpotentieel bepaalt de opstart van een bepaald concept: de toegang tot extern kapitaal en financieringsvoorwaarden, het kapitaal dat ondernemingen zelf ter beschikking kunnen stellen, de interesse van verdere derde partijen (zie Kader 6.12) tot investeren. De rendabiliteit voor elke betrokken partij, bepaald door de financiële return op het kapitaal en het risico, de terugverdienperiode, en eveneens de balans van de kosten-en-batenverdeling over de betrokken partijen vormen toetsstenen, net als de eenheidskost van de geproduceerde/geconsumeerde energie. Fluctuerende energieprijzen en andere kostenfactoren, en variërende energieproductie en energieafname, zelfs nog onbekende of onzekere energieafname, leiden tot onzekerheid over de inkomsten en uitgaven van het project, en de sensitiviteit dient bepaald te worden. Eventueel dient een afname- en/of een aansluitverplichting te worden meegenomen om de financiële risico's haalbaar te maken (zie juridische haalbaarheid), of het technisch concept beperkt te worden tot een zekere basisenergiebehoefte. Risico's kunnen immers oplopen, zeker bij de inzet van duurzame energiebronnen, alsook bij lange realisatie- en terugverdientijden. Een omkaderende structuur brengt overheadkosten met zich mee die beperkt moeten gehouden worden. Tenslotte kan het investeringsproject een invloed hebben op de financiële positie en marktwaarde van de betrokken bedrijven.

Het fiscaal en subsidiërend kader kan de financiële randvoorwaarden mee definiëren, alsook de eventuele al dan niet risicodragende participatie vanwege de overheid, bijvoorbeeld in duurzame maar nog experimentele energieproductie (zoals bijvoorbeeld in diepe geothermie en grootschalige zonthermie) en in energie-uitwisselingsinfrastructuur. Elektriciteit en gas staan niet op dezelfde voet als warmte bijvoorbeeld, zelfs niet op locaties waar effectief opportuniteiten aanwezig zijn. Het subsidiërende en fiscaal stimulerende kader kan overigens ook tot exergetisch minder efficiënte oplossingen leiden, bijvoorbeeld door het meer stimuleren van de ene techniek ten opzichte van de andere.

### 6.3.2.3. Juridische haalbaarheid

Ten eerste dienen de nodige vergunningen gehaald te worden voor de oprichting van een of meerdere productie-installaties (milieuvergunningen, stedenbouwkundige vergunningen, productievergunning), alsook desgevallend de vergunningen voor de aanleg van een of meerdere energienetten (bijvoorbeeld vergunning directe lijnen, aanleg op openbaar domein). Daarnaast is er de toelating van de netbeheerders nodig voor aansluiting en injectie van energie op het distributienet of transmissienet.

Een collectief investeringsproject in hernieuwbare energieproductie of energie-uitwisseling verzamelt snel meerdere betrokken partijen. Een of meerdere formele of informele entiteiten kunnen zich aandienen om energie te produceren. Gevestigde ondernemingen of externe partijen (en burgers rondom) kunnen energie afnemen. Een groep van investeerders is nodig die kapitaal inbrengen in het project. Naast deze kunnen zich ook energieleveranciers, contractanten voor het onderhoud, evenwichtsverantwoordelijken, personeel, managers, adviseurs e.d. aanmelden in het

energieclusterproject, en zijn hoedanigheden bovendien combineerbaar. Ook de overheid en distributienetbeheerders kunnen een belangrijke rol spelen.

Een collectief van bedrijven dat al dan niet met een derde partij investeert in een energieproject heeft nood aan een welomschreven en hanteerbare juridisch omkadering. DLA Caestecker en Ecorys-Kolpron (2003) stelden volgende checklist op als ondersteuning bij de keuze voor een aparte juridische structuur dan wel een contractuele samenwerking. Naarmate meer kwesties complexer worden, wordt de opzet van een special purpose vehicle belangrijker.

- Typesituatie: van eenvoudig naar complex
  - Eén eigenaar/meerdere gebruikers
  - Meerdere eigenaars/geen gebruikers
  - Meerdere eigenaars/meerdere gebruikers
- Omvang en wijze van financiering
- Administratieve lasten zoals het bekomen van vergunningen, erkenningen, specifieke toelatingen, en de overdraagbaarheid ervan
- Aansprakelijkheidsverdeling
- Uitgebreide organisatie en mogelijkheid tot uitbesteding
- Deelname door de overheid
- Groot aantal deelnemers
- De mogelijkheid tot tussentijdse toe- en uittreding
- De noodzaak tot continue prestaties

Verschillende ondernemingsmodellen voor collectieve energieproductie zijn uiteraard mogelijk, onder meer naargelang bedrijven zich engageren tot productie en/of levering van de geproduceerde energie, of net geen van beide maar een derde partij inschakelen, maar eveneens naargelang het gaat om een of meerdere collectieve installaties, of net een verzameling van individuele installaties (zie Kader 6.8). Ook voor de energiedistributieinfrastructuur kunnen verschillende opties bedacht worden, zoals een koppeling aan een productie-installatie, een gescheiden structuur, een opdeling tussen transport en distributie, etc.

In bovenstaande werd de eventuele verplichting van de aansluiting op een energienet of afname van een energiecentrale aangehaald om de risico's te beperken; ook dit dient getoetst te worden aan het juridische kader (zie Kader 6.9).

**Kader 6.8: Businessmodellen voor collectieve energieproductie**

Een gezamenlijk onderzoek met de West-Vlaamse Intercommunale, en met ondersteuning van Deloitte en Laga werd uitgevoerd voor de opzet van een business model voor de centrale voorziening van groene stroom op een *CO<sub>2</sub>-neutraal bedrijventerrein* (cf. bekendmaking opdracht (West-Vlaamse Intercommunale 2009b)). Bestaande modellen lenen zich tot inspiratie zoals de coöperatieve Ecopower cvba (unieke vennootschapsstructuur), Wase Wind cvba en Fortech bvba (ontdubbelde vennootschapsstructuur), RiVu parkmanagement (meervoudige vennootschapsstructuur), het windproject op het bedrijventerrein Evolis in Kortrijk (derde partij) (Van Lith, Kwantes et al. 2001; Derde 2008; Ecopower cvba 2008; Vannieuwenborg 2008). Bijvoorbeeld kunnen onder meer volgende modellen, waarbij ondernemingen in de productie participeren, afgewogen worden.

- **Unieke vennootschapsstructuur**  
Eén vennootschap wordt opgestart dewelke de installatie in eigendom heeft, de groene energie produceert en deze verkoopt aan haar klanten. Bedrijven zowel als derde partijen participeren in de vennootschap. Derde partijen zijn bijvoorbeeld energiebedrijven, banken, de terreinontwikkelaar en/of terreinbeheerder, maar ook burgers en overheden, verzelfstandigde agentschappen, etc. Hun relatie tot de onderhavige vennootschap kan bestaan uit het opnemen van een aandeel in het eigen vermogen alsook uit het ter beschikking stellen van schuldkapitaal. Andere partijen dienen zich nog aan voor de uitvoering van werken en diensten; inzake opstalvergoeding, etc.
- **Ontdubbelde vennootschapsstructuur met productievennootschap en leveringsvennootschap**  
Een productievennootschap financiert de productie-installatie en verwerft dus de eigendom. Een leveringsvennootschap richt zich op de verkoop van de groene stroom aan de individuele, afnemende ondernemingen, en financiert eventueel onrechtstreeks mee. De eerste vennootschap kan gelinkt worden aan één bepaald investeringsproject (één joint venture per project), terwijl de tweede vennootschap werkzaam kan zijn voor een zo groot mogelijke groep van ondernemingen of gelinkt kan worden aan een zeker *CO<sub>2</sub>-neutraal bedrijventerrein* of aan een bepaald gebruikersprofiel voorkomend op meerdere bedrijventerreinen. De relatie tussen beide vennootschappen kan eruit bestaan dat de stroom verhandeld wordt, maar ook dat de installatie zelf ter beschikking gesteld wordt. Bedrijven kunnen al dan niet mee participeren in één of beide vennootschappen.
- **Ontdubbelde vennootschapsstructuur met productievennootschap en structuurpurchasing-vennootschap**  
Een productievennootschap financiert de productie-installatie en verwerft dus de eigendom. Een tweede vennootschap richt zich op de gezamenlijke aankoop van de geproduceerde energie, en andere energie van marktpartijen, op een gestructureerde wijze. Een marktleverancier verzorgt de effectieve levering. Bedrijven kunnen al dan niet mee participeren in één of beide vennootschappen.

#### **Kader 6.9: Verplichtingen voor bedrijven bij centrale elektriciteitsproductie en warmtenetten**

##### **Afnameverplichting bij elektriciteitsproductie**

Naar een advies van DLA Piper zijn langetermijncontracten, al dan niet met exclusieve afnameverplichtingen, niet noodzakelijk onverenigbaar met het energierecht en het mededingingsrecht. Per casus dient te worden nagegaan in welke mate beperkingen noodzakelijk zijn, bijvoorbeeld om belangrijke investeringen te ondersteunen of de zekerheid van levering te garanderen. Een loutere levering zonder gemaakte investeringen maakt echter weinig kans aanvaard te worden (Martens en Vandenberghe 2008).

##### **Aansluitverplichting bij warmtenetten**

In Nederland bestaat een Warmtewet die een en ander reglementeert inzake warmtenetten, onder meer de bescherming van aangeslotenen zoals de leveringsgarantie van warmte en een maximumprijs voor de warmtevoorziening (het NietMeerDanAnders-principe stelt dat de klant niet meer mag betalen in vergelijking met een gasverwarmingssysteem - EnergieNed (2009) publiceert jaarlijks adviesprijzen) (Rijksoverheid Nederland 2011). Er is echter nog onduidelijkheid onder meer inzake eventuele aansluitplicht en hiermee gepaard gaande kosten voor potentiële afnemers. Hierdoor blijft het risico groot voor investeerders in warmtenetten en warmteproductie volgens De Buck, Van Valkengoed et al. (2009).

#### **6.3.2.4. Sociale haalbaarheid**

De barrières voor bedrijfsinterne energiemaatregelen, zoals de risico's en het strategisch belang van de energiemaatregelen - in dit geval het clusterproject (bijvoorbeeld het strategisch belang om het waterschaarsteprobleem op te lossen in Kalundborg (Brings Jacobson 2006)) - en de opnamecapaciteit, alsook de kwaliteit/volledigheid van informatie (zie onderdeel 4.2.3.4.) zijn uiteraard ook hier van belang. Ze worden in dit geval aangevuld door haalbaarheidsfactoren specifiek voor interbedrijfssamenwerking (zie bijvoorbeeld Kader 6.10). Persoonlijke interacties, vertrouwen zowel in partners als in de toekomst van het project, wederkerige relaties, de wil om samen te werken, een mentaliteit van samenwerkend denken. Het vormt de basis voor alle interbedrijfssamenwerking. De uiteenlopende interesses van alle actoren (bedrijven, parkmanagement, intermediaire organisaties, overheden, ngo's, etc.), de heersende mentaliteit (sociale norm) ten opzichte van clustering en duurzaamheid, het enthousiasme en de ervaring van de initiators en ondersteunende actoren en facilitatoren brengen allemaal specifieke gevoeligheden, hindernissen, knelpunten maar ook kansen met zich mee.

Een politiek en maatschappelijk draagvlak voor de oprichting van productie-installaties toont zich eveneens als een belangrijke factor. Ook de houding van de netbeheerders kan een verschil maken. Tenslotte kan ook de impact op het imago van bedrijven en bedrijventerreinen een positieve factor zijn.



**Kader 6.10: Samenwerking tussen industrie en energiedienstverleners**

Thollander et al. (2010) onderzochten drie soorten samenwerkingsprojecten tussen industrie en energiebedrijven in Zweden: de levering van warmte uit warmtenetten aan de industrie, het beheer door een energiebedrijf van een boiler van en staande bij een industrieel bedrijf dat aangesloten is op een warmtenet, en de oprichting van een samenwerking tussen een industrieel bedrijf en een energiebedrijf voor de plaatsing van een WKK-installatie. Ze concludeerden dat menselijke factoren in die gevallen meer bepalend waren dan technische factoren in de opzet van zowel succesvolle als niet succesvolle samenwerkingsprojecten.

- Inertie blijkt eveneens één van de knelpunten te zijn. Bedrijven zijn tevreden met de huidige situatie en rusten in gemak, ten koste van mogelijke opportuniteiten. Ook de risicoaversie van een potentiële partner is bepalend om in te stappen in een samenwerkingsproject. Het strategische belang van de samenwerking kan tegengewicht bieden. Met andere woorden: ofwel dient het strategische belang toe te nemen, ofwel dient het risico af te nemen.
- Informatie blijkt een beperkende rol te spelen, zowel asymmetrische informatie (i.e. alle partijen beschikken niet over dezelfde informatie) als imperfecte informatie. Een mogelijke oplossing hierin bleek het betrekken van een onafhankelijke expert voor de haalbaarheidsstudie en als steun bij onderhandelingen.
- Assymetrische relaties kunnen leiden tot te weinig vertrouwen. Het uitbesteden naar een (voldoende) onafhankelijke partij voor het beheer van collectieve installaties bleek een mogelijk oplossing.
- Ook de overeenkomst tussen de waarden of het begrip van elkaars waarden van potentiële partners, de credibiliteit van en vertrouwen in potentiële partners zijn erg belangrijk.

## 6.4. Rol van bedrijventerreinontwikkelaars/-beheerders en bedrijven in energieclustering

De opzet van energieclustering behelst niet alleen het zoeken naar een evenwicht tussen een top-down en een bottom-up aanpak, louter in het licht van het activeren van bedrijven in het nemen van energiemaatregelen (zie onderdeel 2.4.). Het behandelt ook het aan partijen toewijzen van die taken die het beste bij hen aansluiten.

De rol van de bedrijventerreinontwikkelaar en -beheerder, wat betreft industriële symbiose bestaat volgens Lowe (1997) uit het ondersteunen van bedrijven in het detecteren en aftoetsen van haalbare samenwerkingsverbanden, en het aantrekken van additionele bedrijven die de samenwerkingsverbanden zouden kunnen versterken. In plaats van een allesomvattende planning op poten te willen stellen, stelt Desrochers (2004) dat economische ontwikkelaars zich vooral dienen te richten op het wegnemen van barrières die potentiële samenwerking in de weg staan. Zo stellen Lowe et al. (Lowe, Moran et al. 1995; Lowe 1997) bijvoorbeeld dat juridisch nogal wat barrières voorkomen die een oplossing in de vorm van bedrijfsclustering in de weg staan. Ook voor de warmtenetten in Londen wordt gesteld dat een stimulerend kader en het wegwerken van barrières kritische werkpunten zijn (Greater London Authority 2009).

Uit voorgaand onderdeel is in elk geval duidelijk dat energieclustering verzwaard wordt door talrijke haalbaarheidsfactoren - juridische, economisch, ruimtelijke, technische en sociale - en dat processen op langere termijn niet uitgesloten zijn. Onder meer de schaal van het project, als de horizontale en verticale schaal van de energiesystemen of als de schaal van de groep van participanten

en belanghebbenden, beïnvloedt de complexiteit van het project. Fichtner et al., Lambert en Boons en Thollander et al. onderkennen in een uitbesteding van de energievoorzieningen op een bedrijventerrein net de mogelijkheid om energieclustering haalbaarder en flexibeler, en evenwichtigere relaties mogelijk te maken.

- Fichtner, Frank et al. (2004) zien contracting als optie bij investeringsprojecten met lange terugverdiëntijd.
- Lambert en Boons (2002) zien in uitbesteding bij industriële complexen een wijze om flexibeler energie of materialen uit te wisselen tussen bedrijven.
- Voor Thollander et al. (2010) kan uitbesteding helpen om assymmetrische machtsverdelingen te vermijden.

Ook inzake de bevordering van interne energiemaatregelen bij KMO's richtte het Efficient Implementation of Energy Services in SME-project zich net op de inschakeling van energiedienstverleners (Waldmann en Keuc 2009).

Anderzijds zien Heeres, Vermeulen et al. (2004), zoals Beyene (2005), in gemeenschappelijk gebruik van utilities ook een haalbare opstap naar de lokale uitwisseling van materialen, water en energie. Hieronder verstaan de auteurs bijvoorbeeld de gezamenlijke zuivering van afvalwater of gezamenlijke opwekking van kracht en warmte. Een dergelijk project zou eenvoudiger op te zetten zijn dan industriële symbiose. De nadelen zoals het verdelen van de winst van het clusterproject, de extra investeringsbehoefte en de risico's die ontstaan, zouden beperkter zijn. Door de start met eenvoudigere projecten is het mogelijk vertrouwen en ervaring op te bouwen voor meer uitdagende en risicovollere samenwerkingsprojecten.

Een strategie van kalme opbouw van interbedrijfssamenwerking wordt veel toegepast, ook in Vlaanderen bijvoorbeeld door eerst te focussen op eenvoudige projecten zoals het organiseren van gezamenlijke jobbeurs, een strijkdienst, gezamenlijke afvalophaling voor klein en gevaarlijk afval, een gezamenlijke beveiliging van het bedrijventerrein (Van Eetvelde, Van Zwam et al. 2008). Er is echter nood aan een structureel overlegplatform om het overleg en de detectie van gemeenschappelijke problemen en opportuniteiten te faciliteren. Doch, enkel een juridische betoning van dit overlegplatform, met haar verplicht regelmatig overleg binnen het bestuur, biedt wellicht een al te magere behoefte aan samenwerking. Weliswaar biedt een juridische structuur de mogelijkheid om juridisch vast te stellen dat bedrijven bijdragen dienen te leveren (Van Eetvelde, Delange et al. 2005), wat eveneens volgens Heeres, Vermeulen et al. (2004) essentieel is voor interesse en betrokkenheid in de bedrijvencluster, toch ware het interessant ook inhoudelijk een structurele samenwerking op te zetten, die voldoende belang heeft (zie Kader 6.11).

#### **Kader 6.11: Interbedrijfssamenwerking in utilities**

Samenwerking wordt gedreven door plicht, nood of wens (Van Eetvelde, Delange et al. 2005). Op het wetenschapspark Ardoyen van de Universiteit Gent in de rand van de stad Gent heeft de gezamenlijk vergunning voor afvalwaterlozing de start betekend tot structurele samenwerking, aangezien zonder deze gezamenlijke vergunning de lozing een wezenlijk probleem vormt voor de gevestigde bedrijven.

Op de Ecofactorij in Apeldoorn bestaat dit gemeenschappelijk gebruik van een utility uit de eigendom en het beheer van een privaat elektriciteitsnet op het bedrijventerrein door de bedrijvencoöperatie. Die coöperatie heeft nadien het initiatief genomen tot aanbesteding van de plaatsing van windturbines op het bedrijventerrein en op het private net (zie onderdeel 5.2.3.). Met andere woorden, slimme energienetten dewelke technisch energiesamenwerking kunnen faciliteren, kunnen mogelijk eveneens de vorming van de zachte infrastructuur, het sociale netwerk, ondersteunen.

Bijgevolg, het voorzien van centrale in plaats van collectieve energievoorzieningen kan het gewicht op bedrijven verlichten en energieclustering net mogelijk maken, doch het blijkt wenselijk dat bedrijven toch een actieve rol in het beheer van nutsvoorzieningen toebedeeld krijgen. Dit kan dan bijvoorbeeld via een activering in het parkmanagement. Lowe, Moran et al. (Lowe, Moran et al. 1995; Lowe 1997) verwoorden het ondersteunen van interbedrijfssamenwerking, en het voorzien van de nodige instrumenten als het organiseren van zelf-organisatie. Ook Côté en Cohen-Rosenthal (1998) benadrukken de zelf-organisatie.

De rol die energiedienstverleners kunnen opnemen, kan zowel bijstand betekenen voor bedrijventerreinontwikkelaars/beheerders als voor bedrijven (zie Kader 6.12). Mogelijk blijft echter een rol voor de overheid noodzakelijk, indien de infrastructuur voor het clusterproject bijvoorbeeld een te groot risico of een te lange terugverdientijd kent, of indien ruimtelijke ordening een barrière stelt. Integrale oplossingen vereisen samenwerking tussen overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke partijen, stelt Van Kann (2009). Tijdelijke publieke participaties kunnen opgenomen worden tot op het ogenblik dat de private sector het project kan dragen. Zeker met het oog op de ontwikkeling van nieuwe technologieën kan vanuit het innovatiebeleid gestuurd worden richting de cofinanciering van of de opname van publieke participaties in demonstratieprojecten (Crikemans 2011). Overheden, zowel federale, regionale als lokale kunnen dus niet steeds wachten op reeds marktconforme energie-investeringen; er is nood aan interesse vanuit alle beleidsniveau's tot innovatie. Wat betreft transport- en distributienetten, is het trouwens zo dat ook elektrische transportnetten en distributienetten een zeer lange gebruiksduur en afschrijvingstermijn kennen. Hoogspanningslijnen kunnen meer dan 50 jaar in gebruik blijven (K.U.Leuven ELECTA 2009). De overheid is in deze een belangrijke tot enige aandeelhouder. Het is bijgevolg niet evenwichtig voor nieuwe technologieën en systemen steeds maximum terugverdientijden van slechts enkele jaren te rekenen.

#### **Kader 6.12: Ondersteuning door energiedienstverleners**

Er zijn reeds een aantal energiebedrijven die zich voorbereiden of reeds actief zijn op het voorzien van meer geavanceerde energiesystemen in economische zones. Nuon bezit eigen industrieterreinen, waarop het naar eigen stellen de meest efficiënte en milieuvriendelijke energie-infrastructuur creëert en waarbij het zoekt naar potentiële synergieën door energie-integratie tussen bedrijven op de terreinen (Ovink 2009). In het Verenigd Koninkrijk zorgen bijvoorbeeld Urban Splash en EcoCentreGen, en het Castle and Elephant Regeneration Team voor een multi-utility service company (MUSCO), dewelke een infrastructuur voor elektriciteit, warmte (via WKK) en communicatie, en een hoogwaardige dienstverlening willen realiseren (Commission for Architecture and the Built Environment 2010; Elephant & Castle 2010). Zo is er tevens Essent Local Energy Solutions dat stelt een "Trias Synergetica" dienst aan te bieden, waarbij lokaal energiegebruik voorzien wordt door lokale energieproductie en waarbij energie-efficiëntie gerealiseerd wordt (de Man 2009). Eneco wenst eveneens decentrale energievoorzieningen uit te bouwen en staat daarbij open voor participaties van anderen. Eneco ziet een voorname rol in de revitalisering van bedrijventerreinen inzake het aanreiken van een duurzame decentrale energievoorziening (Van Hulst 2011).

### **6.4.1. Positie van de terreinontwikkelaar/-beheerder in collectieve/centrale energieproductie**

Terwijl de uitvoering van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* ligt bij de individuele ondernemingen, is het wel de terreinbeheerder die in eerste orde de verplichting en desgevallend de sancties ondergaat, althans voor het *CO<sub>2</sub>-neutrale elektriciteitsverbruik*. De terreinbeheerder is zoals besproken in onderdelen 3.2. en 5.1. gedwongen zelf de verplichting door te geven aan de nieuw gevestigde ondernemingen via de

terbeschikkingstellingvoorwaarden. Hij kan op eigen initiatief aanvullend een *CO<sub>2</sub>-neutraal warmteverbruik* opleggen. De beheerder kan echter eveneens verder gaan en een groene energievoorziening ondersteunen. Een terreinontwikkelaar/-beheerder kan zich alvast engageren door de mogelijkheden tot energieproductie op een bedrijventerrein, dewelke een planmatige aanpak noodzaken (middelgrote tot grote windenergie, mogelijke koude-warmteopslag, grootschaligere WKK-centrale of thermische centrale, etc.) te onderzoeken en deze ruimtelijk mogelijk te houden (zie onderdeel 4.3.1.). Daarnaast kan deze zich bijkomend engageren door de centrale/collectieve energieproductie verder voor te bereiden voor geïnteresseerde bedrijven, alsook door het project volledig zelf uit te voeren en bijvoorbeeld een gekoppelde dienstverlening op energievlak en CO<sub>2</sub>-emissiereductie voor de bedrijven op te starten. Er zijn aldus verschillende mogelijkheden tot actieve deelname voor de terreinbeheerder:

- De terreinontwikkelaar/-beheerder onderzoekt de mogelijkheden tot collectieve/centrale energieproductie en stemt het ontwerp van het bedrijventerrein hierop af.
- De terreinbeheerder investeert in de projectgronden. Hij verwerft de gronden op en naast het bedrijventerrein in functie van de beste locatie van energieproducerende installaties.
- De terreinbeheerder stapt in de productie-activiteit en genereert op die manier extra inkomsten (werkingsmiddelen) en beslissingsmacht.

Al dan niet kan een energiedienstverlener ingeschakeld worden, om de terreinontwikkelaar/beheerder te ondersteunen. Ook kunnen de bedrijven een raadgevende stem verkrijgen of participerende rol opnemen, mede afhankelijk of het om een terreinoverkoepelende productie-installatie of een virtuele energie-installatie gaat. De aanpak van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* zoals uiteengezet in hoofdstuk 5 kan gezien worden als een belangrijke basis die in elk geval ingebouwd dient te worden, aangezien deze de verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* oplegt aan de ondernemingen, en hiermee de aandacht op energie-efficiëntie en hernieuwbare energie vestigt. Een actievere aanpak kan evenwel een betere en bredere uitbouw van het dienstverleningspakket aan de bedrijven met zich meebrengen, om op die manier de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* op een kosteneffectievere, vlottere en meer zorgeloze wijze doorgang te geven. Lokale energievoorzieningen kunnen mogelijk het uithangbord worden van een bedrijventerrein, zie bijvoorbeeld Evolis in onderdeel 3.3.1.

## **6.4.2. Positie van de terreinontwikkelaar/-beheerder in energie-integratie en energiedistributie**

Als achterliggende reden waarom economische planners zich dienen te richten op het wegnemen van barrières in het kader van het stimuleren van industriële ecologie, stelt Desrochers (2004) dat het inzicht van planners te beperkt is in het complexe socio-technische systeem, één-dimensionaal, terwijl bedrijven vele factoren in rekening dienen te brengen zowel bij de vestigingskeuze (zie onderdeel 6.2.) als bij de exploitatie van het bedrijf (zie ook Côté en Cohen-Rosenthal (1998)). Bedrijven kunnen zich bovendien focussen op veel kleinere stromen van materialen en energie, en veel meer mogelijkheden bedenken om deze nuttig in te zetten (Desrochers 2004). Kijkend naar de ruwe top-downmethodologie van Van Swigchem, De Keizer et al. (2003) voor de inschatting van het potentieel aan energiebesparing en duurzame energieproductie op de bedrijventerreinen in de provincie Zuid-Holland in Nederland, lijkt dit zeker plausibel voor energie- en CO<sub>2</sub>-besparingspotentiëlen. Ook door Rooijers, De Haan et al. (2002) voor de benutting van restwarmte uit de Rotterdamse haven wordt enkel geconcentreerd op de grootste concentraties van restwarmte en de grootste potentiële afnemers, terwijl ander ontwerpend onderzoek eveneens vele andere kansen op kleinere schaal onthult (De Urbanisten 2010). Het geeft ook opnieuw aan dat enige centralisatie van energiemangement op bedrijventerreinen, zoals gesteld in hoofdstuk 4 en 5, ook niet op te grote schaal dient ingesteld te worden. Niet alleen om het persoonlijke contact te verliezen, maar net zo goed om kleinere opportuniteiten nog mee te kunnen nemen.

Een belangrijke voorziening in dit kader is zoals eerder gesteld de aanwezigheid van slimme energienetten die zowel de grootschalige als kleinschalige energie-uitwisseling en hernieuwbare energieproductie mogelijk maken. Terwijl bedrijven, indien de haalbaarheidsfactoren positieve resultaten geven, nog zelf geneigd kunnen zijn te investeren in de aanleg van energielijnen tussen slechts enkele partners, zal dit initiatief voor terreinoverkoepelende netten eerder bij de terreinontwikkelaar/-beheerder liggen, al kan het parkmanagement ook exclusief uit de gevestigde bedrijven bestaan.

Slimme elektrische netten zijn alvast in aantocht. De uitrol ervan vraagt echter wel nog tijd, niet alleen op technisch maar ook op reglementair en tarifair vlak bijvoorbeeld. De distributienetbeheerder kan verzocht worden een inspanning te leveren om alvast een deel van de toekomstige 'slimme componenten' te voorzien of uit te testen. Slimme warmtenetten daarentegen worden niet standaard voorzien. De opportuniteit hiertoe is eveneens volledig afhankelijk van de bedrijfsactiviteiten en het energieprofiel die aanwezig zijn of zullen zijn op het bedrijventerrein, alsook van een of meerdere eventuele collectieve warmteproductie-installaties op het terrein. Omdat ze niet standaard worden voorzien, dient voor een investeringscasus het gebruik van het warmtetransport wel verzekerd te worden. Daardoor dienen (slimme) warmtenetten wellicht deel uit te maken van een collectieve warmteproductie op het bedrijventerrein. Toch wordt het warmtenet en de productie-eenheid al dan niet gescheiden opgezet om de injectie van restwarmte en (op termijn) (andere) duurzame bronnen te faciliteren. De aansluiting op het warmtenet dient bijgevolg eventueel verplicht te worden, al is een goedkopere warmtevoorziening dan de standaard gasvoorziening de beste en meest aantrekkelijke drijfveer.

Op heden zijn op de benutting van restwarmte en op de aanleg van warmtenetten geen specifieke subsidies gericht. Dit kan mogelijk de financiering in de weg staan. Een mogelijke optie om de financiële haalbaarheid te verbeteren is niet elk energieproject afzonderlijk te zien, en enkel de rendabele deelprojecten uit te voeren, maar een totaalpakket te bekijken waarin de meer rendabele de minder rendabele deelprojecten ondersteunen. Het totaal energiesysteem van een bedrijventerrein dus. Dit is uiteraard geen pure commerciële logica, waarbij enkel het 'laaghangend fruit' worden geplukt, maar het totaalpakket zou wel als geheel aan commerciële energiebedrijven kunnen gerepresenteerd worden. Bij gebrek aan voldoende interesse kunnen ook maatschappelijk georiënteerde partijen het totaalpakket uitvoeren, en dan niet alleen de minder rendabele deelprojecten. Ook kan hier een (tijdelijke) rol zijn weggelegd voor de overheid om het risico van warmte-uitwisseling te beperken.

#### **Kader 6.13: Warmtebedrijf Rotterdam**

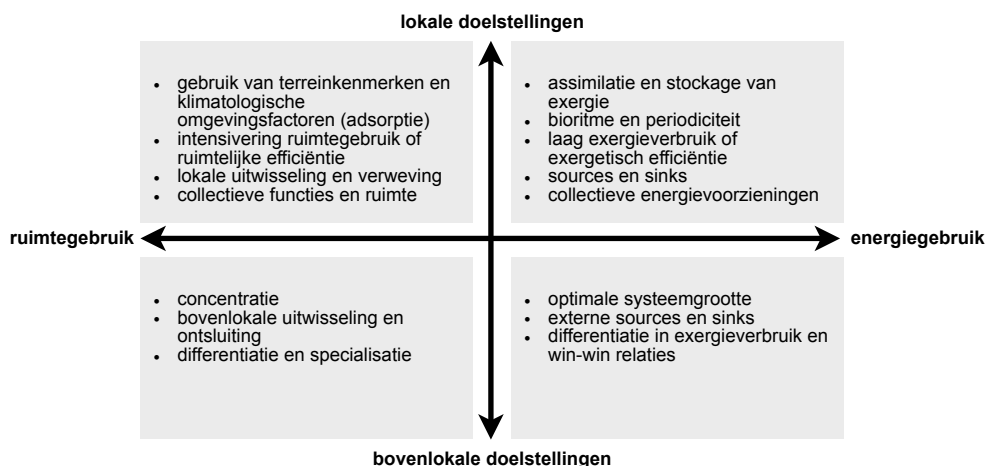
Rooijers et al. lanceerden met betrekking tot het restwarmtepotentieel in de Rijnmond een voorstel tot het oprichten van een warmtebedrijf, waarin regionale en lokale overheden samenwerken met aanbieders en vragers van warmte, met een aantal taken: het samenbrengen van vraag en aanbod van warmte, en het initiatief nemen tot aanleg en financiering van infrastructuur (zoals we dat in feite normaal vinden voor elektriciteit). De ondersteuning van het warmtebedrijf en zijn initiatieven werd gesteld mogelijk te kunnen geschieden door overheidsinbreng, een regionale of lokale energieheffing, en stimulering of verplichting tot aansluiting op het warmtenet voor potentiële warmtevragers. Daarnaast stelde men eventueel voor een volwaardige warmtevraag om extra en alternatieve warmtevragers aan te trekken, zoals koelhuizen, droogprocessen, tankparken, tankercleaning, aquacultuur en vorstvrije spoorwegen (Rooijers, De Haan et al. 2002).

Een Warmtebedrijf werd in 2005 inderdaad opgericht door de Gemeente Rotterdam, het Havenbedrijf Rotterdam, de Provincie Zuid-Holland en de woningcorporatie Woonbron met een subsidie van het Ministerie van Economisch Zaken en het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, dat zich in eerste instantie richt op de levering van laag-calorische restwarmte vanuit het industrieel havencomplex naar 50 000 wooneenheden (CE Delft en DCMR Milieudienst Rijnmond 2007). Ook andere restwarmteprojecten werden opgestart.

## 6.5. Ruimtelijke kwaliteit van bedrijventerreinen voor energieclustering

Centrale/collectieve energieproductie en slimme energienetten voor energiesamenwerking vormen aldus belangrijke technologieën op een bedrijventerrein. Uit Beyene (2005), en Stremke en Koh (2010) kunnen we afleiden hoe een optimaal bedrijventerrein energietechnisch zou kunnen functioneren, al dient het opgezette technisch en sociaal systeem voor energiesamenwerking voldoende flexibel en robuust opgebouwd te worden. Het complexe socio-technisch systeem laat zich niet allesomvattend plannen, maar het gedrag en de keuzes van de vele actoren dient begeleid te worden. Bedrijventerreinontwikkelaars dienen zich eerder te focussen op het vermijden en wegnemen van barrières voor clustering, en op het ondersteunen van eventuele clustering.

De ruimtelijke inplanting van degelijke samenwerkingsverbanden is tot dusver onderbelicht gebleven. Een vloeiende parallel blijkt overigens getrokken te kunnen worden tussen de ruimtelijke doelstellingen op duurzame bedrijventerreinen van Van Eetvelde et al. (2005) (zie onderdeel 2.6.) en bovenstaande energiestrategieën (zie Figuur 6.16). Dit toont het verband tussen beide aan, net zoals de 3C-benadering van Allaert (2003) die voor de ruimtelijk-economische structuur wijst op het belang van concentratie, complementariteit en clustervorming.



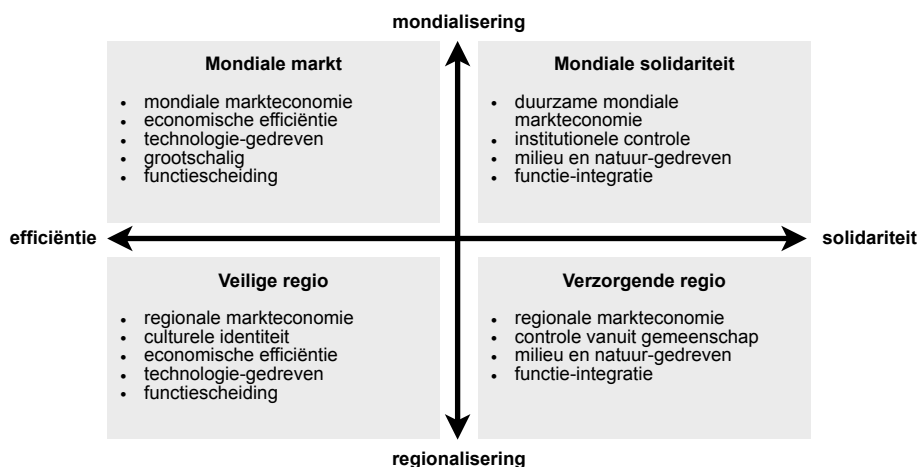
Figuur 6.16: Ruimtelijke doelstellingen houden verband met energetische doelstellingen

### 6.5.1. Robuust energie-infrastructuren plannen en aanpassen

Beschikbare residuele en hernieuwbare energie kunnen getransporteerd worden naar energiegebruikers via energienetten. Energienetten staan echter in concurrentie met interne duurzame energiemaatregelen naar energiegebruik in gebouwen en processen, en naar energieproductie op bedrijfskavels zelf. Aldus is het zaak het potentieel, de kosten, en de verwachte/mogelijke snelheid van uitvoering van interne maatregelen (interne lokale autonomie op hernieuwbare warmtebronnen) af te wegen ten opzichte van de kosten en mogelijke snelheid van uitvoering van een duurzame energievoorziening op afstand. De veelheid aan mogelijke ingrepen in de energie-efficiëntie en duurzame energieproductie maakt het niet eenvoudig een keuze te maken voor de ene of de andere investering. Van Kann (2010) is daarom vragende partij om die keuzes te baseren op kosten-batenanalyses van verschillende oplossingen, om zo eerst die maatregelen te realiseren die de laagste kostprijs per eenheid van broeikasgasemissiereductie kennen. In de praktijk komt het er ook op neer na te gaan welke energiestrategie de meeste kans heeft op slagen: is dit bijvoorbeeld de aanleg van een collectief warmtenet met koude-warmteopslag door de terreinontwikkelaar of een derde partij, of is dit

de verplichting tot individuele koude-warmteopslag? Dit hangt af van de concrete casus en belanghebbenden.

Het ruimtelijke exergielandschap - de ruimtelijke weergave van een exergetisch Sankeydiagram - is bovendien niet statisch, maar wordt gekneet en vervormd door wijzigingen in de nabije en verre toekomst. Hiermee dient eveneens rekening gehouden te worden in het plannen van energie-infrastructuren. Aan de Universiteit van Wageningen werd daarom voor de opbouw van een robuuste geïntegreerde energievisie voor regionale duurzame exergielandschappen een vijf-stappenbenadering uitgewerkt (Stremke 2009a). De methodiek start met de inventarisatie en analyse van de desbetreffende ruimte, niet alleen van het exergetisch metabolisme, maar breder het socio-technisch systeem. Vervolgens worden daaraan de reeds geplande ingrepen toegevoegd, evenals hun impact geanalyseerd. Een derde stap betreft het detecteren van ontwikkelingen in de ruimte onder invloed van toekomstige evoluties in het 'regime' en het 'landschap' (zie ook (Paredis 2009)), waarbij de analyse van verschillende uiteenlopende scenario's aangewezen is (zie bijvoorbeeld in Figuur 6.17). Voor elk van die mogelijke contextscenario's worden dan visies op het te ontwikkelen duurzame energielandschap opgemaakt, waarna als laatste stap de meest robuuste ingrepen worden geselecteerd, met name diegene die in zoveel mogelijk scenario's aan de orde zijn, tot vorming van een energieplan voor de ruimte, waaruit op zijn beurt een strategisch plan kan gedestilleerd worden. Daarbij is het volgens Stremke (2010) zaak duurzame en robuuste ingrepen uit te voeren, doch tegelijk de keuze voor het ene of het andere scenario zo lang mogelijk uit te stellen, om een nieuwe lock-in maximaal te vermijden. Ook in de transitietheorie wordt benadrukt dat scenario's niet te vroeg mogen worden uitgesloten (Paredis 2009). De minst robuuste maatregelen scoren aldus het laagste, ook al kunnen deze een uitstekende rendabiliteit kennen. In dit laatste geval kunnen omkeerbaarheid en een korte afschrijvingstermijn de maatregelen toch bevorderen (Groot en Rooijers 2008; Stremke 2010).

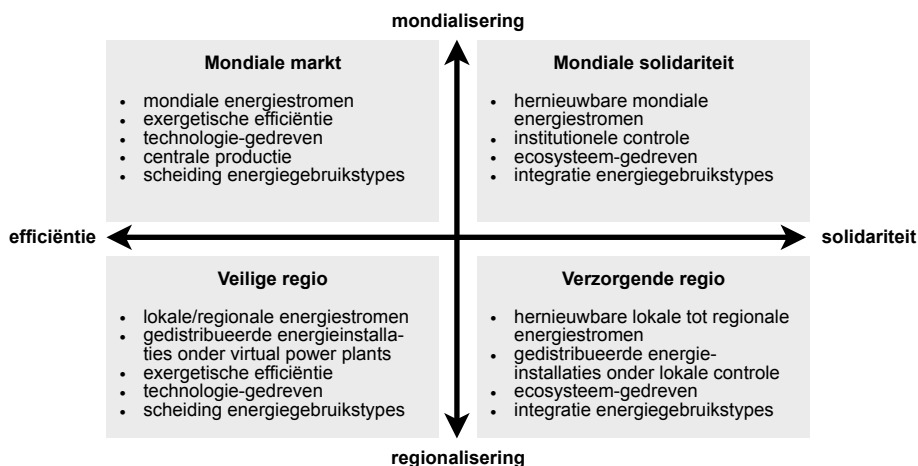


*Figuur 6.17: Contextscenariomatrix specifiek voor Nederland en Provincie Limburg in Nederland gehanteerd door Stremke (2010) voor ontwerp van een duurzaam exergielandschap in de gemeente Margraten*

Het vijf-stappenproces is in wezen een combinatie van rationeel en normatief denken. Evoluties worden doorgetrokken, in visies komen evenwel keuzes aan bod (Stremke 2010). Voor dit proces stelt Stremke dat stakeholders en experts dienen betrokken te worden. Niet alleen omwille van de informatieverzameling inzake technologieën en kennis omtrent de vele mogelijke lokale ingrepen, maar evenzeer om interesse op te wekken, om wervend te zijn. Scenario's<sup>8</sup> houden rekening met vele ontwikkelingsdomeinen: in de energiestructuur, in de mobiliteitspatronen in personen- en goederenvervoer, in de economie, het industrieel metabolisme, in de ruimtelijke structuur,... Deze

toekomstscenario's kunnen input geven aan fundamentele beleidskeuzes die gemaakt worden ter ontwikkeling van bedrijventerreinen, met als voorbeeld het Green Enterprise District in Londen, waardoor een structurele impact op de energiestructuur mogelijk is.

Evenwel binnen het kader van dit onderzoek, kunnen de door Stremke gehanteerde algemene scenario's (zie Figuur 6.17) evenzeer verschillende mogelijke energetische evoluties weergeven. In Figuur 6.18 en Kader 6.14 werden de kernelementen van de vier contextscenario's omgezet naar energetische aspecten. Hiermee wordt nogmaals duidelijk dat niet zomaar het ene of het andere technologisch traject kan ingeslagen worden.



Figuur 6.18: Vier contextscenario's voor de evolutie in het maatschappelijk energiemetabolisme

#### Kader 6.14: Vier mogelijke contextscenario's voor de evolutie in het maatschappelijk energiemetabolisme

In een door economische efficiëntie gedreven **mondiale markt** wordt de energiemarkt gekenmerkt door mondiale energiestromen en schaalvergroting. Economische efficiëntie hangt hier samen met exergetische efficiëntie. Landen en regio's spelen hun comparatieve voordelen uit in de productie van biomassa en exporteren de biomassa of geraffineerde biobrandstoffen en biograndstoffen, of daaruit afgeleide meer hoogwaardige producten, overal ter wereld. Energie wordt eveneens centraal opgewekt op locaties die over de beste hernieuwbare energie-influx beschikken en weinig verlieslatende transportinfrastructuur vervoert energie naar andere regio's en continenten. Evolutie kent doorbraken door technologische innovaties die de welvaartsgroei verder faciliteren.

In een **veilige regio** worden regio's onafhankelijk van de import vanuit andere regio's. Schaalvergroting en efficiëntie kent hier de vorm van virtual power plants, waarbij verspreide productiesites van beperkte schaal op de beste locaties onder centrale controle komen te staan voor de meest efficiënte aansturing. Ook centrale sturing van het toegelaten energiegebruik behoort hier tot het speelveld. Comparatieve voordelen tussen delen binnen de regio worden uitgespeeld ter vergroting van de productie-efficiëntie. Evolutie kent doorbraken door technologische innovaties die de welvaartsgroei verder faciliteren.



In een **verzorgende regio** hebben consumenten een actieve rol in de energiemarkt. Ze zijn tevens energieproducenten die markteconomisch interageren op de energiemarkt(en). Consumenten bezitten eigen controleerbare kleinschalige productie-installaties, opslag-eenheden en stuurbaar energiegebruik. Lokaal worden consumenten maximaal in een of meerdere netwerken samengebracht. Het lokale energiegebruik wordt bepaald door de lokale beschikbaarheid van hernieuwbare energiebronnen zonder de hernieuwbare energiebronnen sneller dan ze regenereren uit te putten. Evolutie kent belangrijke stappen in de vorming van complexe lokale tot regionale energetische ecosystemen: maximale productie van hernieuwbare energie, leggen van symbiotische relaties tussen energiegebruikers, het afstemmen van lokaal verbruik en productie (bioritme). Ook de exergie-intensiteit van productieprocessen wordt verlaagd zodat de exergievraag afneemt.

Een **mondiale solidariteit** kent een door institutionele controle bijgestuurde mondiale energiemarkt waarin het mondiale energiegebruik beperkt wordt door het aanbod hernieuwbare energie zonder de hernieuwbare energiebronnen uit te putten. Regio's wisselen energiestromen uit tot ondersteuning van het energiegebruik van andere regio's om op die manier periodiciteit in de hernieuwbare energiebronnen te overbruggen. Evolutie kent belangrijke stappen in de vorming van complexe lokale tot interregionale energetische ecosystemen: maximale productie van hernieuwbare energie, leggen van symbiotische relaties tussen energiegebruikers, het afstemmen van mondiaal verbruik en productie (bioritme). Ook de exergie-intensiteit van productieprocessen wordt verlaagd zodat de exergievraag afneemt.

In een poging deze energiescenario's naar hun praktische uitwerking te vertalen, kunnen energiestromen grote afstanden afleggen in een mondiale markt en een mondiale solidariteit. Warmtenetten zijn hier vandaag niet aan de orde, en grote doorbraken in het verre transport van warmte werden in het literatuuronderzoek voor onderhavig werk niet gedetecteerd. De mondiale energiestromen zullen bijgevolg eerder bestaan uit andere energievormen zoals biomassa, biogas, bio-olie en groene stroom. In een mondiale markt zal omwille van exergie-efficiëntie de opwekking van laag-calorische warmte eerder gestimuleerd worden via warmtepompen waar deze een hogere exergie-efficiëntie behalen dan de verbranding van biomassa, biogas, waterstof of bio-olie, terwijl in de mondiale solidariteit enkel de groene opwek belangrijk is. Gasnetten zullen niet langer aardgas transporteren, maar wel groene gassen zoals opgezuiverd biogas en groen geproduceerd waterstof. In een mondiale markt en een mondiale solidariteit zullen biomassateelten in Vlaanderen weinig voorkomen, gezien Vlaanderen niet in uitgestrekte biomassateelten kan voorzien. In een veilige regio en een verzorgende regio daarentegen zullen kleine verspreide biomassateelten aanwezig zijn tussen andere teelten en andere maatschappelijke activiteiten. In een veilige regio zullen telers hun biomassa afstaan aan grote raffinagebedrijven terwijl in een verzorgende regio telers zelf of ook in samenwerkingsverbanden biobrandstoffen en biogrondstoffen lokaal bij de teelt zullen produceren.

In een mondiale markt en een veilige regio worden energiesystemen geoptimaliseerd volgens hun exergetische efficiëntie. Ruimtelijke activiteiten en energetische activiteiten (energieputten - hoog-calorische en laag-calorische warmteputten, elektriciteitsverbruikers - energiebronnen - energietransformatie-installaties, restwarmtebronnen - energie-opslag) worden sectoraal behandeld om maximale schaalvoordelen van de ingezette technologieën na te streven. In een mondiale solidariteit en verzorgende regio daarentegen wordt de exergetische efficiëntie vooral verhoogd door ontmoeting tussen verschillende ruimtelijke en energetische activiteiten en onderlinge afstemming, maar eveneens door afstemming op de capaciteit van het lokale ecosysteem. Slimme energienetten met slimme elektriciteitsnetten, slimme warmtenetten en tevens slimme gasnetten vormen een belangrijkere schakel in een veilige regio en een verzorgende regio. Er kan niet gesproken worden van technologie-arme scenario's aangezien het connecteren van verschillende energetische functies, het verlagen van de temperatuur van productieprocessen, de opslag van energie, etc. evenzeer technologiedoorbraken

vereisen (zie onderdeel 4.2.3.3.). Wel komt een veel grotere nadruk te liggen op de eerder besproken zachte infrastructuur door de intense clustering.

Er is niet eenvoudig een keuze te maken tussen één van vier scenario's. Zeker indien men de gehele keten bekijkt van productie van de energie-installaties, de energieproductie, het energietransport, de energie-opslag en het energiegebruik, kunnen in elk van de vier scenario's optimale exergie-efficiënties in bepaalde schakels van de energieketen voorkomen. Uitgebreide levenscyclusanalyses, waarvan carbon footprints (zie onderdeel 4.1.1.) een onderdeel zijn maar waarin ook de bredere duurzaamheid wordt meegenomen, zullen tijdens de verdere evolutie in elk van de scenario's parallel aan het leerproces uitgevoerd dienen te worden. Anderzijds is het tevens schipperen tussen een imperfecte marktwerking, waarin marktactoren niet over alle informatie beschikken, inert zijn, irrationele keuzes (lijken te) maken, etc., en een imperfecte overheid, die niet over de kennis beschikt van alle marktactoren, zelf eveneens niet over alle informatie beschikt, inert is, irrationele keuzes maakt (of lijkt te maken), steeds in juridisch omschrijfbare kaders dient te denken, etc. De verschillende keuzes dienen in het brede socio-technisch kader geëvalueerd, getest en opnieuw geëvalueerd te worden.

Tegelijk zijn er tendensen overeenkomstig de vier scenario's en dit zal wellicht zo blijven. De werkelijkheid is dus een combinatie van alle scenario's. De reeds besproken warmtenetten zijn een evolutie richting een regionalisering en hierbij een (initieel) sterk overheidsoptreden, terwijl de waardeketen van biobrandstoffen momenteel een uiting is van mondialisering en een beperkt doch tegelijk imperfect overheidsoptreden. De sterk opkomende PV-panelen zijn een voorbeeld van solidarisering, maar de plaatsing van windmolens, biomassacentrales, warmtekrachtkoppelingsinstallaties door, en de verhuur van daken voor plaatsing van PV-panelen aan energieproducenten, lenen zich dan weer perfect als virtual power plants. Men lijkt meer de voorkeur te geven aan regionalisering in het nadeel van mondialisering wanneer bijvoorbeeld de Europese Unie onafhankelijker wil worden voor haar energiebevoorrading. Anderzijds brengt de analyse door PricewaterhouseCoopers, Potsdam Institute et al. (2010) voor een 100% hernieuwbare elektriciteitsvoorziening in de EU tegen 2050 wel een connectie met Noord-Afrika in rekening. Ook de snelheid waarmee broeikasgasreducties kunnen behaald worden is van belang. De tijdspanne waarop een 95% broeikasgasemissiereductie dient behaald te worden, is nog slechts minder dan veertig jaar. Dit pleit eveneens voor het activeren van een reductiestreven in elk van de vier scenario's in plaats van het artificieel willen elimineren van één of meerdere van de vier evoluties zelf.

Het spreekt voor zich dat actoren die een duurzaam energiesysteem trachten op te zetten hieraan minstens uitvoering trachten te geven binnen de eigen ruimtelijke schaal, zodat het niet hoeft af te hangen van een hoger schaalniveau, waarover men geen controle heeft, zeker in geval dit hoger schaalniveau nog geen enkele concrete strategie voor 2050 heeft opgemaakt. Zo zijn bijvoorbeeld verschillende overheden zoals de Greater London Authority, de Stadsregio Haaglanden, de Provincie Groningen e.a. alvast gestart met de uitbouw van een zo duurzaam mogelijk exergielandschap binnen de eigen ruimtelijke afbakening. Ook in België en Vlaanderen ontbreekt momenteel een duidelijke strategische visie en bijhorende ruimtelijke visie voor 2050. Anderzijds dient nog herinnerd te worden dat de systeemgrenzen van energiesystemen variëren afhankelijk van welke energiestroom in beschouwing genomen wordt. Energiestromen hebben maximale actieradiussen, maar kunnen eveneens een minimumschaal nodig hebben (Van Kann 2009). Het is dus belangrijk het onderzoeksgebied te vergroten indien geen voldoende duurzaam exergielandschap mogelijk is.

## **6.5.2. Energieclustering binnen het bedrijventerrein**

### **6.5.2.1. Compatibiliteit met fysieke interconnecties**

In de ontwerpfase van een bedrijventerrein is het dikwijls nog niet bekend welke bedrijven zich er precies zullen vestigen, en kunnen eventuele specifieke centrale of collectieve energiediensten tezamen met hun ruimtelijke aspecten moeilijk gedimensioneerd worden. Bedrijventerreinen kennen daarenboven een variërende bezetting van bedrijven en dus van energieprofielen. Mocht de originele setting wel bekend zijn, dienen ontwikkelaars er aldus over te waken geen al te star systeem - ook

ruimtelijk niet - te ontwikkelen. Het is zoals bij het ontwerp van een woning waarbij de rol van de architect verschilt van de rol van binnenhuisontwerper, zoals architect bOb Van Reeth (1983) het stelt. De architect houdt zich bezig met het wonen an sich, niet met het specifieke wonen van zijn cliënt. De architect dient zich te focussen op het globale, langdurige bestaan, terwijl de binnenhuisontwerper de tijdloze structuur afstemt op de huidige bewoner en zijn tijdelijke activiteiten- en comfortwensen. Want de enige zekerheid die er bestaat is dat veranderingen zullen komen, en men kan nooit alle mogelijke gebruiken bedenken.

Op bedrijventerreinen kunnen bedrijven energie nodig hebben in hun processen, ze kunnen ook ruimteverwarming behoeven voor hun bedrijfshal maar net zo goed niet, of hun opvolger helemaal niet. Het ene bedrijf zal nogal wat kantoorruimte wensen en eventueel een geïntegreerde bedrijfswoning, het andere slechts één bureau met sanitair of helemaal niets. Voor het ontwerp en de uitrusting van (nieuwe) bedrijventerreinen voor een optimaal energiegebruik ontbreekt het dus aan een stabiele basis om van te vertrekken. Het is mogelijk dat met de eerste setting van bedrijven geen netwerkopportunities bestaan, doch deze setting kent een evolutie en dus variatie, waardoor op een bepaald ogenblik mogelijk wel de kans ontstaat, mede ook door evoluties in energiesystemen zelf. Bijgevolg kan niet gesteld worden dat bij de uitgifte van bedrijventerreinen besloten kan worden of al dan niet fysieke interconnecties moeten kunnen gelegd worden tussen bedrijven. Best blijft deze mogelijkheid fysiek en juridisch ingebouwd in het ruimtelijke ontwerp, de stedenbouwkundige en andere voorschriften.

Twee bedrijventerreinen tonen hiervoor elk een andere aanpak (zie Kader 6.15 en Kader 6.16). Beide voorbeelden betreffen gemengde bedrijventerreinen, doch de compatibiliteit met het fysiek connecteren van bedrijven op een bedrijventerrein is minstens even relevant voor zware industriële bedrijventerreinen.

**Kader 6.15: Taiga Nova Eco-Industrial Park in Canada**

Als voorbeeld van een fysieke compatibiliteit voor interne fysieke interconnecties tussen bedrijven en fysieke netwerken, kan het Canadese TaigaNova Eco-Industrial Park opnieuw meegegeven worden. Hierbij werd een secundaire ontsluitingsstructuur in het ruimtelijke ontwerp ingebouwd, bestaande uit groene corridors die toelaten makkelijk leidingen tussen bedrijven aan te leggen (TaigaNova Eco-Industrial Park 2010).



*Figuur 6.19: Groene corridors voor potentiële fysieke interbedrijfsnetwerken op TaigaNova Eco-Industrial Park (bewerking van afbeelding in Marwah (2010a))*

**Kader 6.16: CO<sub>2</sub>-neutraal bedrijventerrein Pittem LO in Pittem**

De uitbreiding van Pittem LO betreft een lokaal bedrijventerrein van circa 5 ha, bestemd voor lokale bedrijven (productie, opslag en verwerking van goederen, productie van energie, R&D, groothandel en gemeentelijke diensten) met kavels kleiner dan 5000 m<sup>2</sup>.

Om de densiteit te verhogen, mogen gebouwen gekoppeld worden. Een aantal loten kunnen ook gegroepeerd worden tot bedrijfsverzamelgebouwen indien hiervoor interesse bij de bedrijven aanwezig is.

Vijf kavels worden gereserveerd, minstens tot het einde van de uitgifte van het terrein, en dienen voor het plaatsen van eventuele collectieve voorzieningen indien de gevestigde of zich te vestigen bedrijven daartoe interesse betonen. Eén van de mogelijkheden betreft een collectieve energie-installatie. In tegenstelling tot TaigaNova Eco-Industrial Park dienen fysieke netwerken tussen bedrijven wel langs de openbare weg geplaatst worden. Best wordt een erfdienstbaarheid op de eerste meters van de kavels voorzien om leidingen te kunnen aanleggen, zodat ze niet onder de wegverharding hoeven aangelegd te worden.



*Figuur 6.20: Inrichtingsplan uitbreiding Pittem LO*

Uit voorgaande blijkt duidelijk dat artificiële barrières op een bedrijventerrein beperkingen stellen in de uitwisseling van energie en in de productie van hernieuwbare energie. Grenzen worden getrokken door de parcellering van een bedrijventerrein en door de aanleg van een publieke functies die worden ingelijfd bij het openbaar domein, waarop veelal een set van strikte en relatief inerte regels gevestigd zijn.

In het verlengde van de activering van bedrijven en het parkmanagement in de ruimtelijke ontwikkeling van een bedrijventerrein, zoals geschetst in Kader 2.1 en onderdeel 2.6., kan gedacht worden om deze samenwerking ook in de ruimtelijke eigendomsstructuur te integreren - wat eveneens een zeer sterke structurele samenwerking meebrengt (zie ook Kader 6.17). Eén mogelijkheid is de gedwongen mede-eigendom en verplichte onverdeelheid in de zin van de artikelen 577-3 tot en met

577-14 BW (Nauwelaerts 2005). Hierbij is een deel van de grond in mede-eigendom van alle eigenaars van een private kavel (toegepast op het bedrijventerrein Zuid IV te Aalst-Erembodegem door bedrijventerreinontwikkelaar SOLvA (2011) voor een beekvallei, een parkeerterrein en wadi's). Een andere optie zou kunnen zijn dat de parcellering in private kavels en openbaar domein volledig wordt verlaten, en één ruimte onverdeeld blijft (zie ook Van Eetvelde, Delange et al. (2005)). Kavels worden niet langer verkocht, hoogstens modules en aandelen in de volledige terreineigendom, gecombineerd met een intern reglement dat de rechten en plichten uiteenzet. Naarmate een terrein in uitgifte evolueert, verkleint het aandeel in de eigendom van de terreinontwikkelaar. Het parkmanagement neemt in beide gevallen vanzelf een deelname van de gevestigde ondernemingen op. Jaarlijks wordt een 'negatief dividend' uitgekeerd om het parkmanagement te financieren.

Het kan betracht worden hierbij voor het terrein slechts één aansluiting op openbare nutsvoorzieningen, zoals elektriciteit, gas, water, riolering, telematica,... op te nemen. Hoe de nutsinfrastructuur er vervolgens intern uitziet, bepaalt dan het parkmanagement, met bijhorende winst aan flexibiliteit. Het terrein vormt een functioneel geheel, onder meer voor energiestromen.

#### **Kader 6.17: Coöperatief glastuinieren**

Een duidelijke trend in de glastuinbouw is schaalvergroting. Bedrijven specialiseren zich tevens en de productiviteit neemt toe. Toekomstgerichte ondernemers zouden een glasopstand van 8 à 15 ha ambiëren. V.E.K. Adviesgroep onderscheidt verschillende business modellen in de tuinbouwsector, van kleine naar grote schaal: kleine tuinders, grootschalige telers, ondernemers, onderneming of corporate farming, multinationale onderneming (Goeijenbier en Vlaar 2005).

- Kleine tuinders' activiteiten zijn vooral gebaseerd op inkomensvorming zonder hooggespannen toekomstverwachtingen.
- Grootschalige telers richten zich vooral op economische activiteiten en continuïteit waarbij de productie, het telen, centraal staat.
- Ondernemers richten economische en financiële activiteiten op waarbij de groei centraal staat. Hier komen franchisemodellen voor.
- Corporate farming richt zich op economische en financiële doelstellingen en eisen van aandeelhouders, financiers en investeerders. Het is een ondernemingsvorm waarbij het risicovermogen verstrekt is door meerdere personen en organisaties (aandeelhouders), de aandeelhouders de uiteindelijke zeggenschap hebben en de financiële risico's dragen, het beheer en management meestal door anderen uitgevoerd wordt.
- Multinationale onderneming is een geglobaliseerde vorm van de onderneming.

Volgens V.E.K. zullen de eerste 2 business modellen op termijn niet overleven op zelfstandige basis. Het derde model vormt de schakel tussen de eerste twee en laatste twee modellen en is een groeiende groep. V.E.K. verwacht dat de schaalvergroting een positieve uitwerking zal hebben op de innovatiekracht van de sector. Grote bedrijven beschikken over meer financiële middelen en informatie om innovatieprocessen uit te voeren dan kleinere bedrijven. Anderzijds ontstaan radicale innovaties dan weer veelvuldig op kleinere bedrijven. De schaalvergroting zou ook gevolgen hebben voor de energiehuishouding en meer overgaan naar uitbesteding. Derden verzorgen dan de energie-aankoop, de interne energie-installaties, de eventuele lokale energieproductie, etc. Alles kan geconcentreerd worden bij één dienstverlener of gespreid worden over meerdere.

Deze trends vormden een insteek voor een advies inzake de uitgifte van een glastuinbouwgebied in Oudenburg, dat komt te liggen tegen de Oostendse haven nabij een energiecentrale. Zo kan bijvoorbeeld de groep van tuinders die aangetrokken worden om te investeren mede geselecteerd worden op basis van hun samenwerkingsbereidheid met andere tuinders. De mogelijkheid van een doorgedreven clustering in de vorm van bijvoorbeeld een coöperatieve vennootschap kan benadrukt worden, ofwel de bereidheid om in te stappen als uitgiftecriterium opgenomen worden. De glastuinbouwzone zou bijgevolg verkocht worden aan slechts één kandidaat, een consortium, van geëngageerde tuinders om zich te verenigen in één vennootschap: de corporate farm. Dit maximaliseert de kans op het genieten van clustermogelijkheden, onderling tussen de tuinders doch net zo met de energieproducent van de nabij gelegen centrale. De opgezette structuur anticipeert ook op de trends in de sector naar verdere schaalvergroting en meer innovatiekracht.

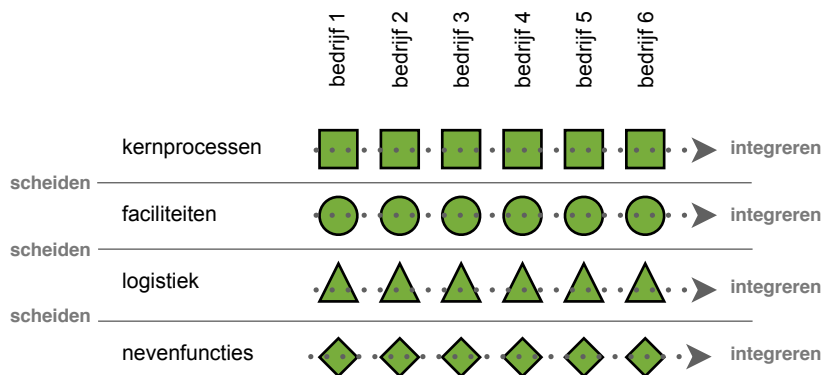
### 6.5.2.2. Scheiding of integratie van energiegebruikstypes

In stedenbouw en architectuur kan een sterke formele structuur een betekenis geven en de functionaliteit en kwaliteit behouden, wat het momentane gebruik ook moge wezen (Van Reeth 1983; Koolhaas 1992; Rossi 2002). Flexibiliteit en tegelijk robuustheid worden gecreëerd door een ontwerp dat focust op de tijdloze aspecten, dat de drager wordt voor de momentane invullingen (Norberg-Schulz 1979; Van Reeth 1983).

Activiteiten kunnen geschetst worden door functionele diagrammen, zijnde topologische diagrammen van actieplaatsen en verbindingen. Er zijn verschillende functionele niveaus: gebouwniveau, terreinniveau, gemeente of stad, regio, de wereld e.d. Activiteiten en dus de functionele diagrammen zijn dynamisch. Dit stelt ruimtelijke ordening en architectuur voor een uitdagende opgave. Norberg-Schulz (1979) stelt echter dat flexibiliteit in gebouwen niet gecreëerd dient te worden door te trachten werkelijk alles vrij te laten, maar wel door gebouwen zo te ontwerpen op basis van de constanten die aanwezig zijn in de dynamische activiteitenstructuren. Door de dynamiek die steeds aanwezig is, kan volgens Van Reeth (1983) de vorm de functie niet volgen, maar dient omgekeerd de vorm de functie te geleiden.

Een vermenging van bedrijven met zeer verscheiden energieprofielen biedt inderdaad weinig zekerheden, geen stabiele basis om efficiënte centrale of collectieve energie-installaties op te dimensioneren, evenmin om de aanleg van meerdere (concurrerende) energienetten (elektriciteit, gas, warmte) overbodig te maken waar dit al zou mogelijk zijn. Aro (2009) transformeert analoog ex-post energieclustering naar ex-ante energieclustering. Hier dirigeert de vorm niet de functie, maar de energievoorziening de mogelijke activiteiten. Teruggrijpend naar hoofdstuk 4, waarbij de indeling van bedrijven in energiegebruikstypes werd geopperd, stelt Aro voor maatregelen door lokale actoren te richten op collectieve maatregelen per type. Aro ziet in deze categorisering bovendien de start om een energiestructuur op een locatie te voorzien, specifiek toegesneden op één van die types van energiegebruik. Meer bepaald stelt Aro voor 'gebouwenenergiegebruikers' te plaatsen in zones met afstandsverwarming en een warmtenet, significante warmteverbruikers eveneens in zones met afstandsverwarming of nabij WKK-centrales, en directe verbranders te lokaliseren op plaatsen voorzien van een gasnetwerk. Nog afgezien van het probleem van de opbouw aan voldoende aanbod aan dergelijke specifieke economische ruimtes, stelt het probleem zich echter dat bedrijven tot meer dan één type energiegebruik kunnen behoren. Kantoren, bedrijfswoningen, bedrijfshallen met mogelijkheid tot vloerverwarming en tevens laag-calorische processen kunnen inderdaad voorzien worden van afstandsverwarming op lage temperatuur; bedrijven kunnen echter processen zowel op laag-calorische warmte als op midden-calorische warmte én directe verbranding inzetten.

In een studie van Grontmij, RuimBuiten et al. (2003) wordt een bedrijventerrein aanzien als een processenterrein. Hierbij wordt niet getracht verschillende types bedrijven naar hun energiegebruik te scheiden en te plaatsen op gespecialiseerde zones. De verschillende bedrijfsonderdelen zelf - de kernprocessen, de facilitaire ondersteuning en de logistieke ondersteuning - worden fysiek van elkaar gescheiden en gegroepeerd per type om schaalvoordelen te genereren en specifieke collectieve diensten te voorzien (gevoerd parkmanagement). Schaalvoordelen kunnen onder meer gegenereerd worden door centrale of collectieve energievoorzieningen per type bedrijfs onderdeel. Zo kunnen alvast energievoorzieningen bovendien beter toegespitst worden op de effectieve exergiebehoefte binnen faciliteiten en logistiek (zie Figuur 6.21).

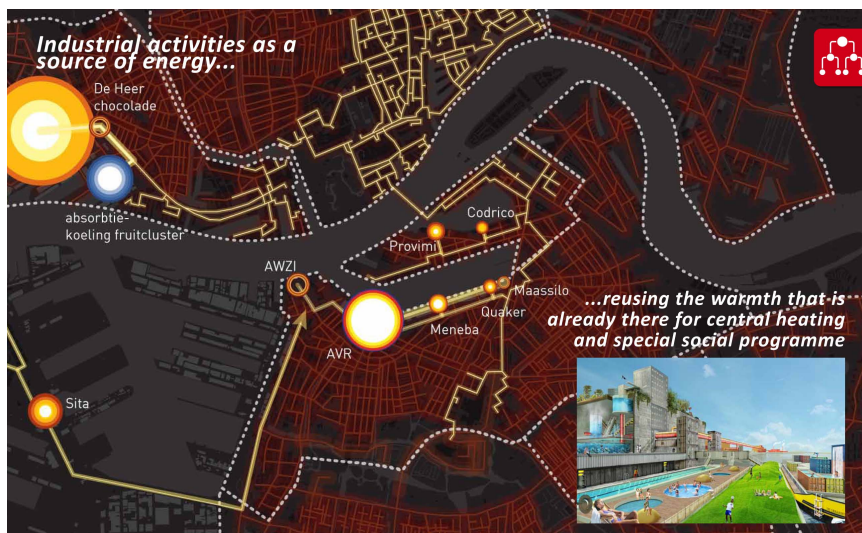


*Figuur 6.21: Scheiden van verschillende bedrijfsonderdelen en clusteren van gelijke onderdelen over meerdere bedrijven in functie van het genereren van schaalvoordelen en specifieke centrale/collectieve diensten, bijvoorbeeld gespecialiseerde energievoorzieningen*

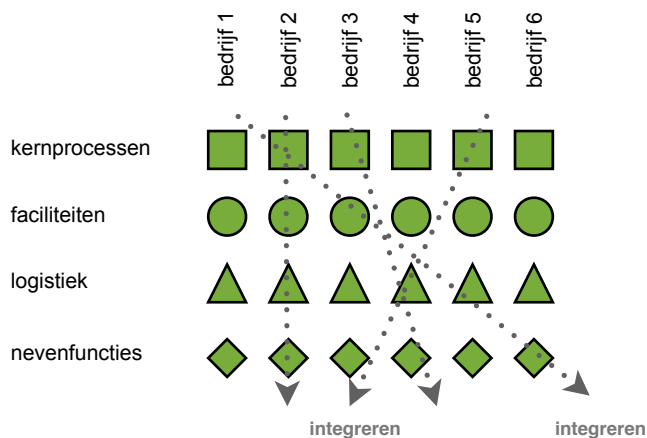
Ook in Van Eetvelde et al. (2005) vinden we een concept terug dat verschillende onderdelen van bedrijven scheidt, hier met het oog op het vermijden van ongebruikte reservatiegronden voor uitbreiding. De vraag stelt zich echter in welke mate een dergelijke opbraak van bedrijfsonderdelen haalbaar is in de praktijk. Fysieke afstand tussen bedrijfsonderdelen zorgt voor meer circulatietijd en mentale afstand tussen de verschillende bedrijfsonderdelen (doch een grotere betrokkenheid bij het terrein) (zie bijvoorbeeld Alexander et al. (1977) over scheiden en verweven). Een zekere kritische massa van bedrijven zou bovendien nodig zijn om ook binnen de kernprocessen met verschillende exergiebehoefte een onderscheid en specifieke energievoorzieningen mogelijk te maken.

Van Swigchem, De Keizer et al. (2003) stellen echter dat het potentieel tot energieclustering net op gemengde bedrijventerreinen het grootst is door de variatie en dus complementariteit in de energieprofielen. De ecosysteemconcepten en ecologische strategieën van Stremke en Koh (2010) wijzen eerder in de richting van integratie van verschillende types energiegebruik zodat differentiatie en symbiose kunnen ontstaan. Innovatieve combinaties en nabijheid van verschillende energiegebruikstypes zullen inderdaad gezocht moeten worden volgens Tillie, Van den Dobbelsteen et al. (2009b) en De Urbanisten (2010). Eerder dan exogetisch efficiëntie te zoeken door scheiden van verschillende types/clustertypes van gelijke types en het genereren van schaalvoordelen, zoekt men hierbij efficiëntie op door het clusteren van verschillende types met symbiotische relaties, incl. 1-op1-relaties tussen energiegebruikstypes. Er wordt als het ware een puzzel gemaakt van optimaal bij elkaar passende energiegebruikstypes (zie Figuren 6.22 en 6.23). De vraag stelt zich hierbij echter of dergelijke symbiotische relaties de afhankelijkheid van partijen niet te groot maakt. Afhankelijkheid houdt de uitvoering dan toch tegen en backup-installaties zijn steeds duur.





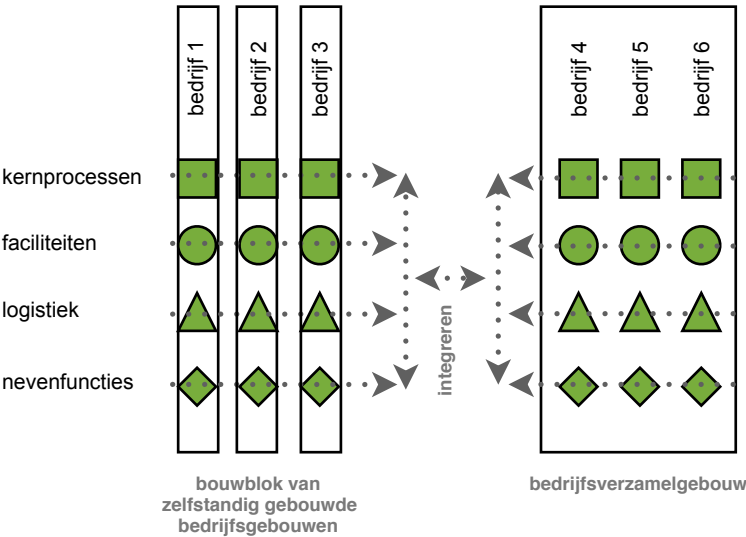
Figuur 6.22: Ontwerpbureau De Urbanisten onderzocht op kleine schaal de mogelijkheden voor restwarmtebenutting en duurzame energieproductie op de grens van de Rotterdamse haven en de stad (De Urbanisten 2010)



Figuur 6.23: Clusteren van optimaal bij elkaar passende bedrijfsonderdelen in de groep van bedrijven in functie van het genereren van symbiotische relaties, eveneens met nevenfuncties op het bedrijventerrein

De vraag stelt zich vervolgens of de tussenmaat (Bijlsma en Groenland 2006) ook in dit geval enige oplossing kan bieden. Kan een analoge strategie gevolgd worden als voor de opbouw van regionale warmtenetten, te beginnen bij lokale wijknetten? Kunnen bouwblokken ingericht worden waarbij meerdere kleine tot middelgrote bedrijfsgebouwen, zelfs andere functies (winkels, appartementen, kantoren,...), gekoppeld en gestapeld worden? Kunnen gelijkaardige bedrijfsonderdelen in connectie, dan wel in ruimtelijke nabijheid, gebracht worden en inderdaad voorzien worden van collectieve of centrale energievoorzieningen? Er kan gedacht worden aan een collectief PV-veld op het dak, een collectieve zonnecollector, een collectieve bodemgekoppelde warmtepomp. Deze technieken

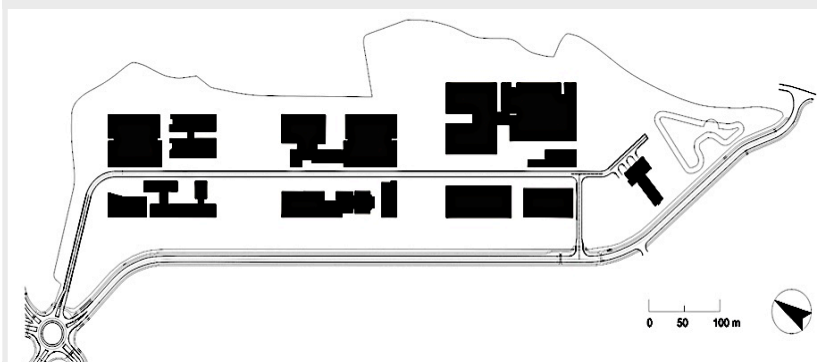
zijn alle vrij duur, maar door de koppeling over meerdere bedrijvengebouwen kunnen mogelijk schaalvoordelen geboekt worden. Collectieve (slimme) energienetten ontstaan, onder meer warmtenetten, evenwel op kleine, overzichtelijke en betaalbare schaal. Er is de keuze bouwblokken uit te voeren als een verzameling van onafhankelijke opgerichte gebouwen of tevens als één bedrijfsverzamelgebouw. Verschillende functionele gebouwdelen, zoals bedrijfshallen, kantoren, logistieke inrichtingen, bedrijfswoningen, kunnen in elkaars nabijheid worden gebracht, fysiek in verbinding worden gesteld of elk een aantal collectieve functies bezitten. Verschillende types van bouwblokken kunnen mogelijk op een bedrijventerrein voorzien worden, gedifferentieerd naargelang schaalgrootte en (overwegend) energiegebruikstype. Kan er aldus gewerkt worden naar optimalisatie van het energiegebruik binnen deze tussenmaat, waarbij collectieve laag-calorische warmtevoorzieningen tevens openstaan voor injectie van eventuele kleinschalige restwarmte vanuit de kernprocessen? En kunnen energietekorten en -overschotten - elektriciteit en warmte - op bouwblokniveau vervolgens uitgewisseld worden met andere bouwblokken, alsook met grote bedrijven die restwarmte over zouden hebben? Energiesystemen kunnen collectief beheerd worden door de bedrijven, maar ook uitbesteed worden, of vanaf het begin als centrale energievoorziening voorzien worden. Dit legt de weg beter open voor hoogwaardige energiediensten van energiedienstverleners én voor een zekere schaalgrootte van de investeringen voor energiedienstverleners. De tussenmaat of het bouwblok kan aldus mogelijk een belangrijkere energierol vervullen (zie Figuren 6.24 en Kader 6.18).



*Figuur 6.24: Compromis? Integreren van energievoorzieningen van bedrijfsonderdelen met gelijk energiegebruikstype tot vorming van schaalvoordelen en connectie tussen de verschillende energievoorzieningen binnen bouwboekken - overschotten en tekorten uitwisselen tussen bouwblokken*

**Kader 6.18: Ruimtelijk ontwerp voor wetenschapspark Greenbridge Oostende**

In het kader van een duurzaam ruimtegebruik op het bedrijventerrein wordt voorgesteld om de componenten van de bedrijven niet langer per kavel te organiseren maar op schaal van het terrein te bundelen. Concreet gaat het hier om een onderlinge clustering van de gebouwen, de parkeerplaatsen, de laadplatforms en de groenvoorziening. Ook voor de nutsvoorzieningen wordt voorgesteld deze gebundeld aan te leggen op het bedrijventerrein én aantakking via collectieve faciliteiten per gebouwcluster (stedenbouwkundig ontwerp door de Afdeling mobiliteit en ruimtelijke planning Universiteit Gent (Allaert, Van Eetvelde et al. 2005a; Allaert, Van Eetvelde et al. 2005b)).



*Figuur 6.25: Eén scenario van clusterbebouwing op wetenschapspark Greenbridge (Allaert, Van Eetvelde et al. 2005b)*

#### **Kader 6.19: Analyse van de kandidaat-kopers op bedrijventerrein Pittem LO**

Om de invulling van het bedrijventerrein en de toekomstige energiehuishouding te evalueren op het bedrijventerrein Pittem LO, werden de reeds bekende kandidaat-kopers voor het terrein geanalyseerd. Hiertussen zitten een aantal bedrijven dewelke zeker geen proceswarmte inzetten, bedrijven die slechts gebouwverwarming behoeven. Deze bedrijven hebben in principe geen nood aan een hoog-calorische warmtevoorziening, dus aan een gasvoorziening, en kunnen van alternatieve energietechnieken voorzien worden, dat tegelijk een hogere exergie-efficiëntie met zich meebrengt. Het betreft hier een terrein met beperkt compact bouwen, geen bebouwing in de hoogte. Bedrijven kunnen op zichzelf ondiepe geothermische installaties toepassen en voor warmte *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* behalen. Er is aldus weinig nood aan een collectief warmtenet voor deze bedrijven.

Alternatieve warmtesystemen zijn voorlopig echter nog duur en komen daardoor weinig tot uitvoering. Door de traditionele aanleg van een aardgasnet op het bedrijventerrein wordt bovendien reeds een deel van de nodige uitgave voor een gasverwarmingssysteem bij de bedrijven uitgevoerd, waardoor ondernemers die wensen een alternatief verwarmingssysteem te plaatsen eveneens een deel van de kosten voor de gasaanleg dienen te vergoeden. Zij betalen dus tweemaal. Eerlijker zou zijn dat bedrijven dewelke geen gas behoeven ook niet mee hoeven te betalen voor de aanleg van het gasdistributienetwerk op het terrein, en hieruit volgt dat beter een deel van terrein geen gasvoorziening hoeft te bezitten. Bouwblokken worden aldus gedifferentieerd.

Een bijkomende oplossing is het toch voorzien van een collectief verwarmingssysteem. Het is evenwel niet evident dit systeem te dimensioneren gegeven de grote diversiteit onder kandidaat-kopers en gegeven het grote resterende aandeel van kandidaat-kopers die voorlopig onbekend blijven. Zoals eerder gesteld zou eerst de warmtevraag moeten ontwikkeld worden, en pas later een duurzame warmteproductie. Door differentiatie kunnen bouwblokken afgebakend worden bestemd zijn voor bedrijven met enkel gebouwverwarming, incl. een beperkt aandeel van gebouwen die enkel vorstvrij dienen gehouden te worden. Een centraal warmtenet kan aangelegd worden, en ketels kunnen modulair opgebouwd worden zodat de warmteproductie meegroeit met de warmteafname. Als alternatief kunnen ook tijdelijke ketels ingezet worden in de uitgiftefase van het terrein.

Eenzelfde strategie van collectieve gebouwverwarming kan ook voor bedrijven die proceswarmte nodig hebben. Mogelijk kunnen bedrijven dan capaciteit van de collectieve warmtevoorziening bijkopen. De strategie kan zelfs toegepast worden voor bedrijven die een hoog-calorisch warmteverbruik kennen, maar dan dienen ofwel bedrijven deze hoog-calorisch warmtevraag te voorzien via een elektrisch systeem, ofwel dient een dubbel energienet, gas en warmte, aangelegd te worden wat de kosten verhoogt. De aanwezigheid van een warmtenet, met warmteopslag, heeft echter als voordeel dat eventuele restwarmte, ook beperkte, in het net zou kunnen geïnjecteerd worden.

### **6.5.3. Compatibiliteit met externe clustering**

Het energievraagstuk beperkt zich niet tot de grenzen van het bedrijventerrein (zie bijvoorbeeld Kader 6.20). De doelstelling voor de maatschappij om volledig te kunnen overschakelen op hernieuwbare energiebronnen vormt in de praktijk niet zozeer een taakstelling voor bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders maar voor gemeenschappen. Grenzen worden eerder getrokken door de grenzen van verschillende energiesystemen zelf (Stremke 2010), alsook door de

nood aan robuustheid en de nodige systeemchaal van energiesystemen om in de praktijk haalbaar te zijn (Greater London Authority 2009; Van Kann 2009). Extra kansen in terreinoverschrijdende energiestromen moeten meegenomen worden om het totaal profiel en de dekking van het energiegebruik door hernieuwbare bronnen van terrein en omgeving te optimaliseren. Net als artificiële grenzen tussen bedrijfskavels het werkingsgebied en dus de mogelijkheden verkleinen, is het ook hier zaak om deze barrières niet artificieel in te brengen. Een systeemperspectief is net één van de kernelementen van industriële ecologie (Lifset en Graedel 2002; Korhonen, Savolainen et al. 2004).

#### Kader 6.20: Restwarmtelevering vanuit de Haven Rotterdam

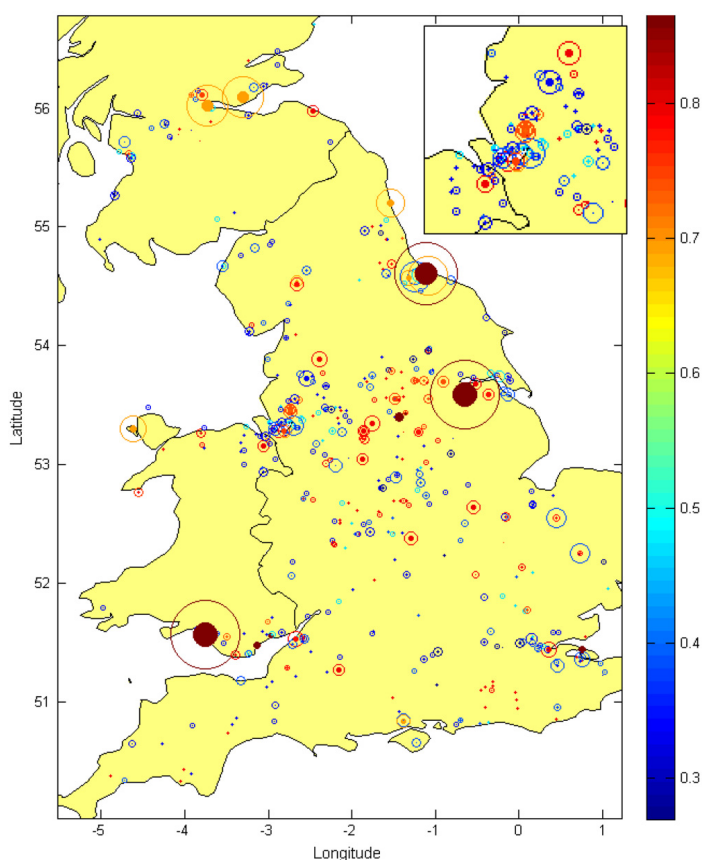
Bovenop de CO<sub>2</sub>-emissiereductie door uitwisseling van hoog-calorische warmte tussen bedrijven in de Rotterdamse haven, schat CE Delft het economisch haalbaar potentieel voor de externe aanwending van laag-calorische restwarmte (heet water van 100 °C) afkomstig vanuit het industrieel havencomplex. Op die manier zou een extra 20 PJ/jaar van de totale beschikbare 36,6 PJ/jaar laag-calorische restwarmte in de Rijnmond kunnen gevaloriseerd worden (Rooijers, De Haan et al. 2002). Op basis van de emissiefactor voor gas komt dit overeen met 1,1 Mton CO<sub>2</sub> per jaar (lage verbrandingswaarde). Ofwel met de inzet van een hoogrendementsgasketel HR 109 komt dit verbruik overeen met 1 Mton/jaar (hoge verbrandingswaarde) ofwel zo'n 4% van de totale jaarlijkse uitstoot in de haven, maar ook met 78% van de totale CO<sub>2</sub>-emissie ter plaatse van de gebouwde omgeving in de Rijnmond (DCMR Milieudienst Rijnmond 2007). Met andere woorden, beschikbare restwarmte (residuele energie in het algemeen) op een bedrijventerrein kan ook relevant zijn voor energiegebruikers naast dit terrein.



Figuur 6.26: Opties tot restwarmtebenutting in de gebouwde omgeving en glastuinbouw in de Rijnmond volgens CE Delft (Rooijers, De Haan et al. 2002)

McKenna en Norman (2010) analyseerden voor het Verenigd Koninkrijk de huidige ruimtelijke spreiding van restwarmte-aanbod en warmtevraag (zie Figuur 6.27), en kwamen ondanks het potentieel aan benutbare restwarmte bij de bedrijven (zie onderdeel 4.2.3.2.3.) tot de conclusie dat het praktisch haalbare potentieel sterk beperkt wordt omdat de ruimtelijke spreiding van de grootste restwarmtesources en warmtesinks niet optimaal is ten opzichte van elkaar. In Groningen in Nederland komt net hetzelfde probleem naar voor (Van den Dobbelsteen, Jansen et al. 2007). Van de 36,6 PJ/jaar aanbod aan laag-calorische restwarmte in de Rotterdamse haven, kan op maatschappelijk rendabele

wijze 20 PJ ingezet worden voor de verwarming van gebouwen en glastuinbouw. Belangrijkste oorzaken voor de beperkingen van het potentieel zijn het gebrek aan restwarmtevraag in de zomer (dit blijkt ook bij een project in Twente het probleem te zijn (Hoogsteen, Braber et al. 2003)) en de afstand tot de warmtegebruikers, aldus Rooijers (2002). In het Ecoheatcool-project wordt afstand tussen restwarmtebronnen en warmtesinks inderdaad als voornaamste barrière aangeduid (Werner 2006b). Van Kann (2010) stelt ook het ontbreken van energie-infrastructurele schakels aan de kaak, analoog aan Allaert (2003) die het ontbreken van mobiliteitsinfrastructuur voor een ruimtelijk-economisch groeipotentieel hekelt. De segregatie van restwarmtebronnen en warmteputten laten in elk geval zien dat de aandacht voor een duurzaam energiegebruik lang afwezig is geweest in de ruimtelijke planning, dewelke door meer energiegestuurde planning verbeterd kan worden. Exergiestructuren dienen dus een wezenlijk onderdeel te vormen van structuurplanning (zie ook in (De Buck, Van Valkengoed et al. 2009; Van Kann 2010)).



*Figuur 6.27: Ruimtelijke spreiding van restwarmte (volle cirkels) en warmtevraag (gewone cirkels) met aanduiding van de exergische kwaliteit (McKenna en Norman 2010)*

Norberg-Schulz (1979) merkt op dat op regionale schaal activiteitenstructuren netrasters vormen bestaande uit inter-afhankelijke nederzettingen, overeenkomstig de ruimtelijke structuur van natuurlijke hulpbronnen. Van Kann (2007; 2010) stelt echter dat transport van olie, gas en elektriciteit, met grote actieradius, geleid hebben tot een sterke ontkoppeling van in dit geval de locatie van de ontginning van energetische hulpbronnen enerzijds en het gebruik ervan anderzijds. De huidige

ruimtelijke structuur is het product van een goedkoop en onbeperkt aanbod van fossiele brandstoffen. Van Kann stelt dat door de beperkte actieradius van biomassa en warmte, en het verhoogde gebruik ervan voor de toekomst, een (gedeeltelijke) herkoppeling nodig zal zijn. Voor Stremke (2010) vormt de ruimtelijke exergiestructuur van het bestaande energiegebruik en de aanwezigheid van hernieuwbare energiebronnen, de grondslag voor de ruimtelijke ontwikkeling van activiteiten en hun betreffende energiegebruik.

De eerder vermelde ecologische principes van Stremke en Koh en de nood aan regionale exergieplanning uitgedrukt door Stremke (2010) en Van Kann (2010) leiden tot de conclusie dat de strategie van Roberts (2004) inzake regionale industriële ecologie ook toepasbaar is op energiesymbioses (zie ook (Van Kann 2010)). Vooreerst is een analyse noodzakelijk van het exergetisch metabolisme van de regio, vooraleer bedrijventerreinen worden ingeplant. Ook voor wat betreft lokale hernieuwbare exergiebronnen, bestaande exergetische reststromen, en de exergievraag, bestaan er hiaten in en kansen voor een duurzamer gebruik van de beschikbare exergie. Ook hier kan een lange termijn strategische aanpak de nodige (eventueel ook nog tussentijdse) infrastructuur voorzien voor een geleidelijke betere integratie van exergiebronnen en -behoeften. Hierbij is het nu duidelijk dat duurzaam energiegebruik geen louter lokaal optimalisatieprobleem vormt, maar net zoals de materiaalgeoriënteerde industriële ecologie, start vanuit een regionale analyse en visie. Naarmate het belang van een duurzame hernieuwbare energievoorziening toeneemt, zal deze zich in het totale aanbod van productiemilieufactoren nadrukkelijker stellen en aldus het groeipotentieel van een regio mede/meer bepalen (zie groeipotentieelbenadering in Allaert (2003)).

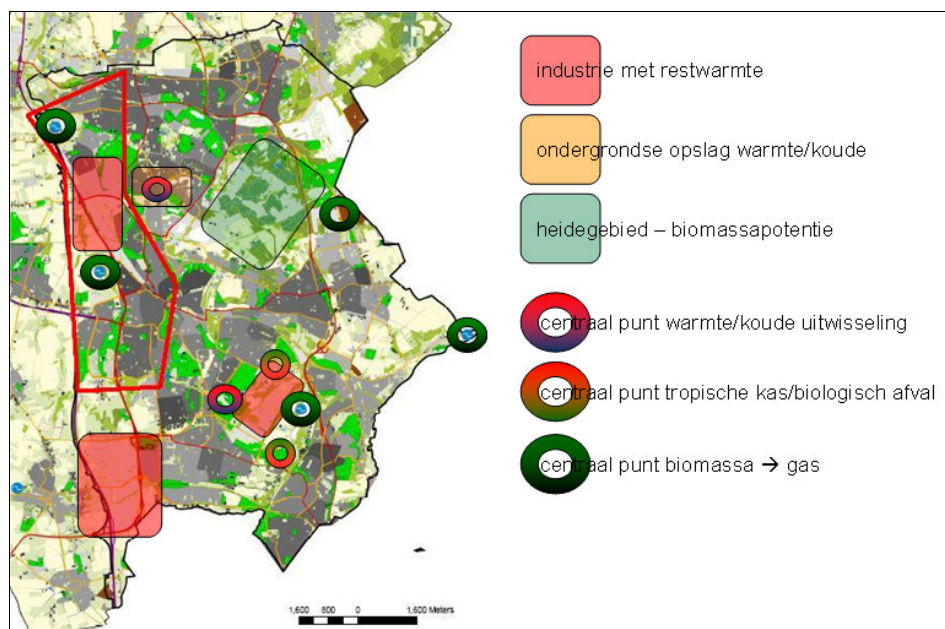
Pogingen om elementen van een regionale energiestructuur te detecteren en van hieruit op te bouwen tot een duurzame exergielandschapsvisie worden op meerdere locaties ingezet, onder meer in de Nederlandse gemeente Margraten in Zuid-Limburg (Stremke 2009b), in de Stadsregio Haaglanden die eerder al aan bod kwam, in de provincie Drenthe (Stremke 2010) en in de stedelijke kern Parkstad Limburg in Nederland (Stremke en Koh 2008; Van Kann 2010). In Parkstad Limburg werden de meest robuuste elementen eerst gedetecteerd, bestaande uit industriële terreinen met gebruik van gas als input en restwarmte als output, een groot heidegebied met potentieel voor biomassateelten, oude mijngangen met potentieel voor koude-warmteopslag, rioolwaterzuiveringsinstallaties met potentieel voor de productie van biogas, etc. (zie Figuur 6.28). Daarna zijn meerdere ecosysteemconcepten van Stremke en Koh (2010) leidinggevend geweest voor het schakelen van deze elementen. Omwille van de mogelijkheid van restwarmte en centrale koude-warmteopslag is hier gekozen om een regionaal warmtenet in te zetten (zie Figuur 6.29). Merk op dat de industriële terreinen in Parkstad Limburg dus niet op zichzelf staan, maar een schakel vormen in de lokale exergiestructuur. In de gemeente Margraten zijn bovendien de mogelijke gemeenteoverschrijdende energiestromen in een duurzaam exergielandschap meegenomen in de lange termijn visie.

In Vlaanderen geeft de Vlaamse Overheid (2010) recent impliciet blijk van interesse in exergieplanning, in het geval van energieproductie op basis van biomassa, in haar aanbevelingen voor een ruimtelijk beleidskader voor hernieuwbare energie:

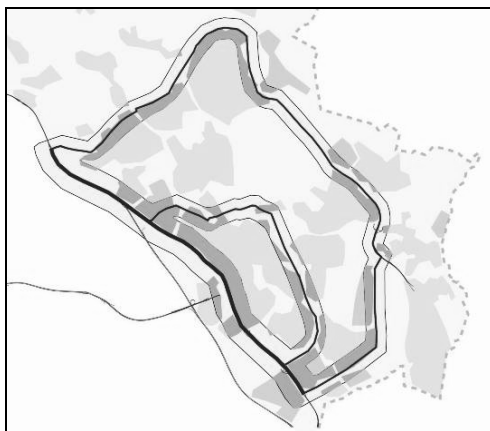
- Biogasinstallaties moeten gestimuleerd worden op locaties waar een belangrijke vraag naar warmte en elektriciteit bestaat.
- Onderzoek naar spreiding van biomassa en biogasinstallaties in Vlaanderen in functie van inputmaterialen en restwarmte- en/of CO<sub>2</sub>-gebruikers.
- Stimuleren van de lokalisatie van dergelijke installaties nabij bestaande potentiële gebruikers (bestaande serreclusters, stadsverwarming, productieprocessen met nood aan warmte,...) eerder dan nieuwe gebruikers te initiëren.

De huidige exergieverbruiksstructuur en het aanbod aan de hernieuwbare energiestroom biomassa vormt aldus het vertrekpunt van de inplanting van energie-installaties. Deze aanpak dient vervolgens uitgebreid te worden naar de andere hernieuwbare energiestromen, alsook naar de inplanting van andere ruimtelijke functies.





*Figuur 6.28: Analyse van een energielandschap van Parkstad Limburg met detectie van robuuste elementen (Van Kann 2010)*



*Figuur 6.29: Masterstructuur van het warmtetransportnet voor Parkstad Limburg om een betere robuustheid te bereiken door het "aaneenrijgen van losse schakels tot een energiering" (Stremke en Koh 2008)*

### 6.5.3.1. Stedelijke kernen als ankerpunt voor significante warmteverbruikers

Recent is de aandacht voor warmtenetten opnieuw sterk in opgang, onder meer in de ons omringende landen, zoals Nederland en het Verenigd Koninkrijk. De achterliggende reden is de zoektocht naar alternatieven voor warmtevoorziening op basis van fossiele brandstoffen, alsook een poging om het potentieel aan industriële restwarmte alsnog te benutten, waarvan in beide landen



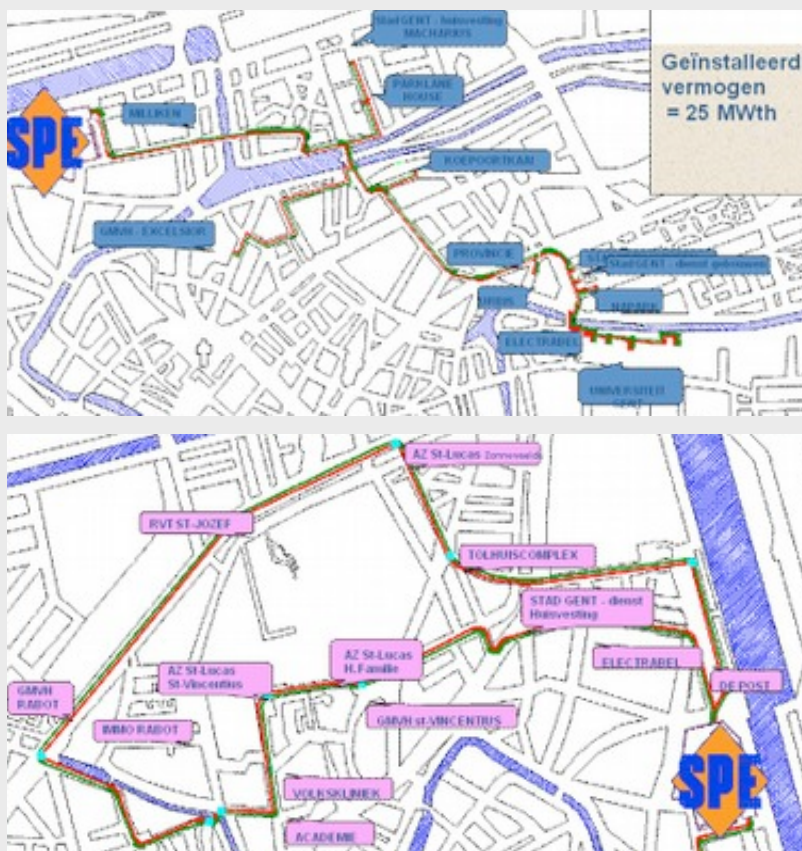
inderdaad mogelijkheden zijn aangetoond. Ook exergetisch is het concept interessant. Het is hier dat de visie van het DHC+ Technology Platform (2009) op de toekomstige warmtenetten een instrument kan bieden om het exergieaanbod meer af te stemmen op de exergiebehoefte, door de vele lage temperatuurswarmtevragers te koppelen aan zonnewarmte-injectie en warmteopslag, en dus niet door die warmtevragers over te schakelen op andere brandstoffen of elektriciteitsvoorziening (zie onderdeel 4.2.4.3.8.: warmtepompen halen nog steeds slechts een exergetische efficiëntie van 26%). Eveneens zijn warmtenetten flexibel en snel inwisselbaar in hun bronnen: warmteverbruikers kunnen in een eerste fase eventueel voorzien worden door tijdelijke ketels en WKK's, maar diezelfde warmteverbruikers kunnen uiterst snel alle tegelijk op een duurzame warmtebron overschakelen bij het aansluiten van duurzamere bronnen op het warmtenet. Warmtenetten vormen in elk geval een onderdeel van de mogelijke technologieën en strategieën om de trias energetica dichterbij te brengen. Ze dienen echter dikwijls vanuit het niets aangelegd te worden, en daarom zijn de financiële risico's groot. Een gestelde oplossing is dat er gestart wordt met warmtenetten van beperkte schaal en toch voldoende warmtevraag. De schaal van het bouwblok op een bedrijventerrein vormt bijvoorbeeld zo'n dergelijke kiem.

De energievraag van bestaande gebouwen kan bovendien een interessante kiem vormen. Nieuwe gebouwen opgericht vanaf heden zullen tegen 2020, zelfs 2050 de minderheid vormen, en het aandeel in het energiegebruik van de gebouwde omgeving zal beperkt zijn (Department for Business Enterprise & Regulatory Reform 2008; Intercommunale Leiedal 2010). Dit betekent dat de energievraag van bestaande gebouwen een belangrijk werkpunt wordt voor de toekomst.

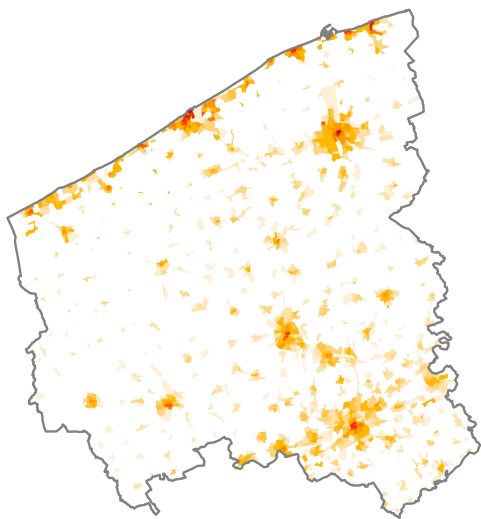
Historische kernen met talrijke erfgoedgebouwen kennen tegelijk restricties in de renovatie van gebouwen voor een betere energieprestatie én een beperkte ruimte voor de opwekking van hernieuwbare energie, denk aan zonnecollectoren, geothermische collectoren, PV-panelen, kleine windturbines, etc. Bijgevolg hebben stedelijke kernen en bij uitstek historische stedelijke kernen een grote kans om het niet te kunnen stellen zonder externe energietoevoer in de vorm van elektriciteit, warmte en/of gas. Ze zijn aldus relatief robuust te kwalificeren als energieputten, zowel op korte termijn als op lange termijn. Voor wat betreft de warmtevoorziening, wanneer laag-calorische warmte kan toegevoerd worden, die met een zo beperkt mogelijk exergieverlies opgewekt (thermische zonnecentrale) of onttrokken (restwarmte, geothermie) kan worden, kan mogelijk een redelijke exergie-efficiëntie bereikt worden voor dit gestelde probleem, gesteld dat ook het warmteverlies in het warmtetransport beperkt wordt. Door de dichtheid van het energiegebruik en het hogere energiegebruik dan van moderne goed geïsoleerde woningen, is de kans reëel dat de voorziening in warmtenetten ook een rendabele maatregel is ten opzichte van individuele maatregelen (Department for Business Enterprise & Regulatory Reform 2008). In dit kader hebben stedelijke kernen een bijkomend voordeel dat zij een vermenging kennen van wooneenheden enerzijds en handels- en kantoorruimtes anderzijds. De energieprofielen kunnen als complementair bestempeld worden, door het warmtegebruik van handel en diensten vooral overdag en in de week en het warmtegebruik van wooneenheden vooral 's avonds en in het weekend, waardoor de sommatie een vlakker profiel oplevert en dus een continuër gebruik van een warmtenet betekent (Department for Business Enterprise & Regulatory Reform 2008; London Development Agency 2010b). Stedelijke kernen kunnen bijgevolg interessante kiemen vormen voor warmtenetten (zie bijvoorbeeld Kaders 6.21 en 6.22, Tabel 6.1 en Figuren 6.31 - 6.35).<sup>9</sup>

### Kader 6.21: Stadswarmtenet stad Gent

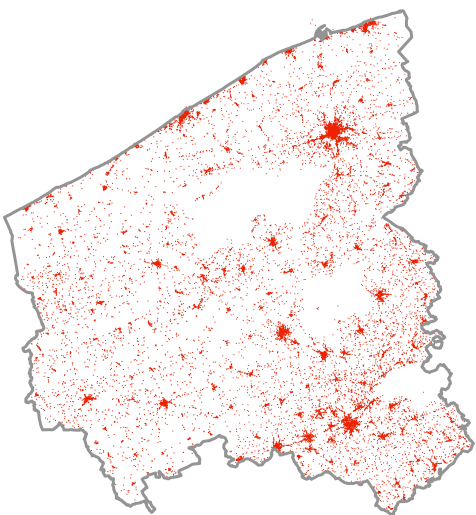
Restwarmte van de elektriciteitscentrale aan de Ham dichtbij de Dampoort in de stad Gent, wordt geïnjecteerd in twee warmtenetten. Verschillende gebouwen van de Stad en de Universiteit Gent, het Algemeen Ziekenhuis Sint-Lucas, sociale woonblokken, de Academie, etc. nemen restenergie af voor hun warmtevoorziening (Universiteit Gent 2011).



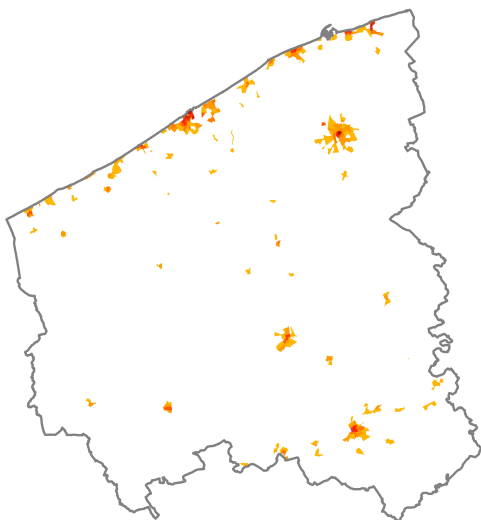
Figuur 6.30: Warmteafname in de stad Gent van de elektriciteitscentrale van SPE gelegen aan Dampoort



*Figuur 6.31: Kaart van het berekend warmteverbruik van de huishoudens en de tertiaire en quartaire sector voor de provincie West-Vlaanderen*

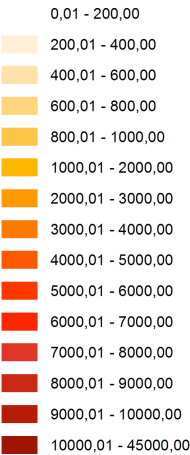


*Figuur 6.32: Spreiding van het bouwkundig erfgoed in de provincie West-Vlaanderen*



*Figuur 6.33: Kaart van de statistische sectoren met een berekend warmteverbruik van de huishoudens en de tertiaire en quartaire sector groter dan 1200 GJ/ha.jaar voor de provincie West-Vlaanderen*

**Legende**



(warmteverbruik berekend op basis van rijksregister bevolking (Provincie West-Vlaanderen 2011a), gemiddeld warmteverbruik per hoofd (Vlaamse Overheid BedrijfsInformatie Platform 2011), tewerkstellingscijfers tertiaire en quartaire sectoren (Provincie West-Vlaanderen 2011b) en gemiddeld warmteverbruik tertiaire en quartaire bedrijfstakken verbruik (Van Swigchem, De Keizer et al. 2003))

*Tabel 6.1: Een schatting van het warmteverbruik geeft aan dat Brugge, Kortrijk, Roeselare en Tielt een interessant evenwicht kennen tussen het warmteverbruik van huishoudens enerzijds en het warmteverbruik van de tertiaire<sup>10</sup> en quartaire<sup>11</sup> sectoren anderzijds*

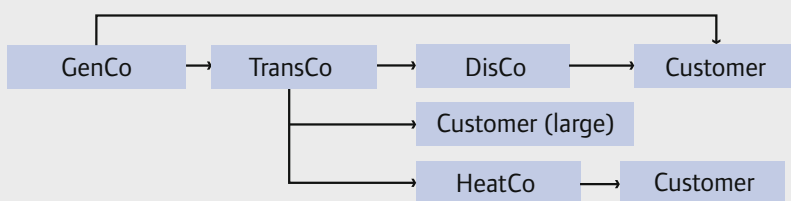
Gemeente	Schatting warmteverbruik huishoudens (GJ/ jaar)	Schatting warmteverbruik handel en diensten (GJ/jaar)	Verhouding verbruik huishoudens op verbruik handel en diensten
Blankenberge	792660	179419	442%
Bredene	934224	53351	1751%
Brugge	1727534	1471412	117%
De Haan	363576	37018	982%
De Panne	315322	66847	472%
Knokke Heist	1339499	327105	410%
Kortrijk	742045	958360	77%
Menen	226146	97427	232%
Middelkerke	965624	75967	1271%
Oostende	2025660	778633	260%
Roeselare	527745	536325	98%
Tielt	85815	97762	88%

Gezien stedelijke kernen met afstandsverwarming en warmtenetten de toegang bieden om restwarmte nuttig in te zetten, kan het ruimtelijk afgewogen worden of voortaan ook industriële warmteverbruikers met een significante hoeveelheid restwarmte in de omgeving van dergelijke kernen kunnen gelokaliseerd worden. Dergelijke bedrijven kunnen bijkomend onderling direct verbonden worden om eventuele midden-calorische restwarmte uit te wisselen, alsook om de warmtetransportafstand te beperken, doch het afstandsverwarmingsnet kan een robuuste warmtesink voor restwarmte bieden.

**Kader 6.22: London Thames Gateway Heat Network**

Het Londense warmtetransportnetwerk is een stadsverwarmingsproject dat warmte zal aftakken van grote restwarmtebronnen uit de rand ter grootte van het warmteverbruik van 120 000 wooneenheden. Het transportnetwerk dient opgeleverd te worden in drie fasen in de periode 2010-2019 en kost 150 miljoen Britse pond, waarvan 60 miljoen publieke inbreng. Het project zou 200 arbeidsplaatsen opleveren tijdens constructie en 50 permanent, maar tevens de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 100 kton per jaar reduceren. Het transportnetwerk wordt in een aparte juridische entiteit ondergebracht en volledig aan de private markt overgedragen zodra het risico acceptabel wordt (Greater London Authority 2009).

Restwarmtebronnen of andere bronnen (GenCo) leveren warmte aan het transportnet (TransCo), die deze op zijn beurt overdraagt aan grote warmtevragers en distributienetwerken (DisCo) om bij kleine warmtevragers te eindigen. Een of meerdere leveringsbedrijven (HeatCo) kopen de warmte in en verkopen deze aan de klanten.



*Figuur 6.34: Structuur van het Londense warmtenetwerk (Greater London Authority 2009)*



*Figuur 6.35: London Thames Gateway Heat Network als masterplan voor de warmte-energiestructuur in London (Greater London Authority 2009)*

Gezien warmtetransport steeds samen gaat met een warmteverlies, is dit warmteverlies bepalend voor de efficiëntie en dus de effectiviteit van een warmtevoorziening via warmtenetten. Een lager warmteverlies vergroot de mogelijke systeemsschaal waarin warmtetransport en -distributie kan toegepast worden. Hoe korter de afstand tussen warmtebronnen en -putten, hoe lager het warmteverlies en dus hoger de efficiëntie. Op macroschaal is dus een menging van robuuste warmtebronnen, warmteverbruikers en warmteopslag bevorderend. Het is ook op mesoniveau niet noodzakelijk dat de verschillende warmtebronnen, -opslag en -verbruik ruimtelijk gescheiden zijn. De transportafstand wordt er eigenlijk groter door. Een verweving zorgt voor de kortste transportafstanden waarbij in het warmtetransportnet - of in de linken tussen verschillende lokale netwerken over de grotere afstand - dan enkel nog lokale onevenwichten uitgewisseld worden. Dit betekent dat niet de schaal van een bedrijventerrein op zich daarom belangrijk is, wel de eigenschappen van het volledige en gemengde gebied met haar verschillende warmtebronnen, -opslag en -verbruikers, met als bepalende factoren het aantal van elk warmte-type, de afstand ertussen, de continuïteit van nuttige warmtedistributie om tot een robuust geheel te komen (Greater London Authority 2009). Een grotere schaalgrootte kan een grotere robuustheid en flexibiliteit meedragen, waardoor tevens de juridische gebondenheid voor eventuele (rest)warmtelevering beperkter kan zijn.

#### **6.5.4. Rol van bedrijventerreinontwikkelaars/-beheerders en bedrijven**

Wat betreft de ruimtelijke component van centrale energieproductie en energie-uitwisseling, ligt de uitwerking van de interne compatibiliteit uiteraard bij de bedrijventerreinontwikkelaar. Het is deze die zal bepalen of het terrein makkelijk of moeilijk fysieke interconnecties tussen bedrijven onderling en tussen bedrijven en energie-installaties zal toelaten en of deze de energieclustering binnen bouwblokken zal trachten te ondersteunen, stimuleren of verplichten. De terreinontwikkelaar of beheerder, of een derde partij kan de collectieve energie-installaties van bouwblokken zelf opleveren en het beheer uitvoeren, of dit beheer indien gewenst aan de bedrijven overdragen. De terreinontwikkelaar of derde partij kan uiteraard ook de gebouwen zelf oprichten.

Aangaande de externe compatibiliteit, ligt een gedeelde taakstelling bij planners en hun beleidsbepalers van gemeenten, provincies, gewest, en bij de terreinontwikkelaars (zie ook Tabel 6.2). Gesterkt door een ambitie in CO<sub>2</sub>-emissiereductie dienen terreinontwikkelaars een locatie te eisen die voldoende mogelijkheden kent op energievlak - hernieuwbare energieproductie voor elektriciteit en warmte en/of externe connectiemogelijkheden. Eveneens gesterkt door een ambitie in CO<sub>2</sub>-emissiereductie dienen planners en hun beleidsbepalers van lokale, provinciale en regionale overheden sites met voldoende energiepotentie aan te duiden voor de ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen en terreinontwikkelaars te leiden richting een optimale aanwending van de mogelijkheden tot energie-efficiëntie en hernieuwbaar energiegebruik. Een energiegestuurde lokalisering van bedrijventerreinen steunt echter op een exergiegestuurde ruimtelijke planning op basis van de huidige exergieverbruiksstructuur<sup>12</sup>, restexergiestromen en hernieuwbare exergiestromen in het ruimere gebied. Deze exergiegestuurde ruimtelijke planning dient tevens ter ondersteuning van het formuleren van concrete kwantitatieve en kwalitatieve doelstellingen op elk planningsniveau met terugkoppeling tussen de verschillende niveau's (Planning and climate change coalition 2009) (zie ook Kader 6.23).

**Kader 6.23: Nationale richtlijn voor de ruimtelijke planning inzake klimaatverandering in Engeland**

Ruimtelijke planning in Engeland dient rekening te houden met decentrale energieproductie, CO<sub>2</sub>-emissies en klimaatadaptatie. Dit is neergelegd in de nationale richtlijn Planning Policy Statement: Planning and Climate Change (Communities and Local Government 2007). Een basisprincipe waarmee de ruimtelijke planning door regio's en lokale overheden rekening dient te houden is onder meer dat nieuwe ontwikkelingen dienen geordend en ontworpen te worden rekening houdende met het beperken van CO<sub>2</sub>-emissies en zodat ze optimaal gebruik maken van gedecentraliseerde en hernieuwbare of koolstofarmere energietechnieken.

Regionale ruimtelijke plannen (Regional Spatial Strategies) dienen o.a. het potentieel te maximaliseren om in nieuwe en bestaande ontwikkelingen meer hernieuwbare energie en efficiëntere energietechnieken in te brengen; een kader te creëren voor subregionale en lokale planning om nieuwe ontwikkelingen te lokaliseren op locaties waar hernieuwbare energie reeds beschikbaar of ontgonnen kan worden.

Wat betreft het lokale planningskader (Local Development Documents) dient het gevoerde beleid de toepassing van hernieuwbare en koolstofarmere energietechnieken en hun ondersteunende infrastructuur (zoals warmtenetten) te ondersteunen, niet te beperken (zelfs in het kader van de bescherming van het landschap); het aanduiden van geschikte locaties voor dergelijke energietechnieken te overwegen zonder evenwel innovatie en andere locaties te belemmeren; verplicht een maximaal doch haalbaar gedeelte van energiegebruik gedekt te worden door dergelijke energietechnieken bij nieuwe ontwikkelingen (eventueel door onmiddellijke of toekomstige verplichte aansluiting op decentrale energiesystemen waarop de site kan aantakken zonder evenwel één energieleverancier te verplichten voor altijd). Voorstellen voor ontwikkelingen dienen getoetst te worden zowel aan de toepassing van hernieuwbare en koolstofarmere energie, en aan energie-efficiëntie.

Het gehele beleid dient steeds evidence based te zijn. Om de uitgebreide data te verzamelen, de methodologieën en instrumenten te ontwikkelen, stellen diverse stakeholders voor hiervoor een Climate Change Technical Advice Body op te richten die toelaat de taak van planners, regionale en lokale overheden te verlichten en te ondersteunen (Planning and climate change coalition 2009).

Het formuleren van een ambitieniveau ter ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen, gepaard gaande met een bestuurlijk draagvlak, werd reeds benadrukt in onderdelen 5.3.1. en 5.6.1. Zeker ingeval een striktere hernieuwbare energiedoelstelling geambieerd wordt, is de concrete neerlegging van een gedragen ambitieniveau, gefundeerd op een gedegen onderzoek in de ruimte, de technologieën en de economische ontwikkeling belangrijk. Op deze basis kan een concrete strategie voor de langere termijn geformuleerd worden, doch in feite dient een gedegen strategie voor CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen toch minstens in het kader van een breder scenariogebaseerd beleid ingekaderd te worden.

Het doel van parkmanagement is de kwaliteit van een bedrijventerrein op peil te houden en een betere dienstverlening aan de bedrijven aan te bieden. Zoals toegelicht in hoofdstuk 2 onderhoudt het parkmanagement nauwe contacten met de bedrijven. Ook in het geval van centraal energiemanagement dient aan de bedrijven uiteraard inspraak gegeven te worden om energie-analyses beter te sturen. Naast het energiemanagement bouwt de terreinontwikkelaar/-beheerder eventueel een algemeen beleid uit voor de aanpak van het energiegebruik en de emissiereductie, dat toegepast wordt zowel op de terreinen in ontwikkeling als in het beheer van bestaande terreinen. Bedrijven kunnen inzake de ontwikkeling van nieuwe CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen uitgenodigd worden voor een

klankbord- of adviesgroep om het energie- en CO<sub>2</sub>-beleid beter af te stemmen op de wensen van ondernemers. Een dergelijke actieve rol van ondernemers kan tegelijk bijdragen aan de bewustwording van het klimaatprobleem en de problematiek van het zoeken naar werkende maatregelen op terrein. Geactiveerde ondernemers kunnen zo uitgroeien tot ambassadeurs van het energiebeleid van de terreinontwikkelaars en -beheerders. Een bestuurlijk draagvlak kan maar gecreëerd worden indien ook bedrijven tonen dat ze achter de gestelde energie- en emissieambities staan. Een actieve rol voor bedrijven in de vorming van het energie- en emissiebeleid van de terreinontwikkelaar en de terreinbeheerder is dus van groot belang.

*Tabel 6.2: Tien generische principes voor energieplanning onder meer ter invoeging in de ruimtelijke planning?*

10 generische principe in de ruimtelijke planning (Allaert 2008)		10 generische principes in het energiegebruik?	
Meerlagige ruimte	Ondergrond	Energiebronnen: bodem, lucht, water, straling, biomassa,...	Meerlagige energieruimte
	Netwerken	Ergienetwerken: elektriciteit, warmte, gas, waterstof,...	
	Occupatie	Energiegebruikpatronen: huidige exergieverbruik industrie, huishoudens, transport,...	
Ruimtelijke kwaliteit	Functionaliteit	Nuttige aanwending beschikbare exergie	Energetische kwaliteit
	Imago	Imago	
	Duurzaamheid	Duurzaam exergieverbruik	
Levenskwaliteit	Gezondheid	Schadelijke emissies	Levenskwaliteit
	Veiligheid	Veilig energiegebruik	
	Milieu	Klimaatverandering	
Ruimtelijke netwerking	Netwerksamenleving	Netwerken van verschillende gebundelde energiestromen	Ergienetwerken
	Bereikbaarheid is samenhang	Bereikbaarheid is energiebeschikbaarheid	
	Plekken met territoriale kwaliteiten	Plekken met verschillende energiestromen	
Ruimtelijke efficiëntie	Onderscheid tussen bezetting; gebruik; belasting en bestemming van ruimte	Onderscheid tussen opname; gebruik; niet ingezette, verloren deel; en eigenlijk bedoeld gebruik van exergie	Exergetische efficiëntie
	Toegevoegde waarde van ruimte-inname	Toegevoegde waarde van exergie-inname	
Ruimtelijke verweving	Verweving van functies en activiteiten (verwevingsprofiel van een functie of activiteit, en verweefbaarheidsprofiel van een gebied)	Verweving van verschillend exergieverbruik (exergieverbruikprofiel van een functie of activiteit, en exergieverbruikscapaciteit van een gebied inclusief bestaand exergieverbruik)  Verweving van verschillende energienetten	Exergieverweving
Ruimtelijke samenhang/ clustering	Concentratie van gelinkte functies	Sources en sinks Collectieve voorzieningen	Energieclustering
Ruimtelijke draagkracht en diversiteit	Gedifferentieerde ontwikkeling van gebieden uitgaande lokale identiteit	Gedifferentieerd exergieverbruik in gebieden uitgaande van lokale beschikbare exergiestromen	Exergetische draagkracht en diversiteit



10 generische principe in de ruimtelijke planning (Allaert 2008)		10 generische principes in het energiegebruik?	
	Ontwikkeling tot ruimtelijke draagkracht	Ontwikkeling exergieverbruik in gebied tot draagkracht beschikbare duurzame exergiestromen	
Hiërarchie van de kernen	Gedifferentieerde uitrusting van kernen voor concentratie	Gedifferentieerde uitrusting inzake energiesystemen van locaties voor concentratie	Hiërarchie van locaties
Ruimtelijke rechtvaardigheid	Ontwikkelingsrecht voor 'ruimtelijke minderheden' (ruimtegebruikers, ruimtegebruik,...)	Ontwikkelingsrecht voor 'energieminderheden' (energiegebruikers, energietechnologieën,...)	Energie-rechtvaardigheid

## 6.6. Bouwstenen voor de ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen

Energieclustering tussen bedrijven laat toe artificiële grenzen tussen de verbruiksprofielen van bedrijven en in de hernieuwbare energieproductie op bedrijventerreinen te doorbreken. Residuele exergie kan op die manier doorgegeven worden aan buurbedrijven en het volledige bedrijventerrein in zijn geheel wordt één potentiële locatie voor de productie van hernieuwbare energie in de vorm van verschillende secundaire energievormen. Reservecapaciteit van individuele hernieuwbare energie-installaties kan voor de cluster toch benut worden en het is nu het totale energiegebruiksprofiel en het totale energieproductieprofiel op het terrein dat op elkaar dient afgestemd te worden. Geclusterde energieproductie kan toelaten energiebronnen aan te boren die individueel onmogelijk zijn, of lokaal onvoldoende voorhanden zijn en vanuit de omgeving naar de locatie van verbruik toe moeten gebracht worden. Energieclustering kan de bereikbaarheid van *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* dus kracht bijzetten: het potentieel van zowel de totale hernieuwbare energieproductie als de potentiële dekking van het energiegebruik neemt toe.

Energiesamenwerking is niet beperkt tot fysieke clustering; het kan ook gaan om een clustering gericht op diensten, zoals gezamenlijke aankoop van energie en professionele energiediensten als onderhoudsdiensten, energiemonitoring, energiemanagement en bij uitbreiding carbon management, en samenwerking in de levering van samen geproduceerde energie.

Energiesamenwerking blijkt zowel mogelijk op zware industriële terreinen of complexen, als op gemengde bedrijventerreinen ofwel de Vlaamse regionale en lokale bedrijventerreinen. Op gemengde bedrijventerreinen is er interesse van bedrijven in collectieve energiediensten, alsook in collectieve energieproductie. Het hergebruik van residuele energie wordt op heden als minder belangrijk beschouwd, doch activiteiten kunnen voorkomen die restenergie ter beschikking hebben, die alsnog benut kan worden in een geïntegreerde centrale of collectieve energievoorziening.

De opzet van energieclustering behelst het zoeken naar een evenwicht tussen technische efficiëntie - door schaalvoordelen of symbiotische relaties - en flexibiliteit voor de partijen en robuustheid voor de systemen. De opzet van energieclustering behelst ook het aan partijen toewijzen van die taken die het beste bij hen aansluiten. De rol van de bedrijventerreinontwikkelaar/-beheerder bestaat uit het ondersteunen van bedrijven in het detecteren en aftoetsen van haalbare samenwerkingsverbanden, en het ondersteunen van de clustering zelf. Bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders dienen barrières voor clustering te vermijden en waar mogelijk weg te nemen. Het voorzien van centrale in plaats van collectieve energievoorzieningen door de terreinontwikkelaar/beheerder zelf, of een derde partij, kan het gewicht op bedrijven verlichten en energieclustering mogelijk maken. Het blijkt echter eveneens wenselijk dat bedrijven een actieve rol in het beheer van nutsvoorzieningen toebedeeld krijgen. In gemeenschappelijk gebruik van utilities zit een haalbare opstap naar meer geavanceerde lokale uitwisseling van materialen, water en energie. Bedrijven kunnen zich bovendien focussen op veel kleinere stromen van materialen en energie, en veel meer mogelijkheden bedenken om deze nuttig in te zetten. Een breed uitgebouwd parkmanagement met een actieve bijdrage van gevestigde bedrijven kan de betrokkenheid van bedrijven activeren.

Een belangrijke voorziening op bedrijventerreinen zijn slimme energienetten die zowel de grootschalige als kleinschalige energie-uitwisseling en hernieuwbare energieproductie mogelijk maken. Slimme elektrische netten zijn in aantocht. De uitrol van deze vraagt echter wel nog tijd, niet alleen op technisch maar ook op reglementair en tarifair vlak. Slimme warmtenetten daarentegen worden niet standaard voorzien. De opportuniteit hiertoe is eveneens volledig afhankelijk van de bedrijfsactiviteiten en energieprofielen die aanwezig zijn of zullen zijn op het bedrijventerrein, alsook van een of meerdere eventuele collectieve warmteproductie-installaties op het terrein. Een strategie om warmtenetten rendabel en met beperkt risico uit te bouwen, bestaat erin om opportuniteiten voor lokale netten eerst uit te bouwen, en deze pas later eventueel te koppelen tot grootschaligere netten.

Ruimtelijk dient het bedrijventerrein compatibel te zijn met interne energieclustering. Blijkt deze clustering geen opportuniteiten te brengen in de beginfase van een bedrijventerrein, dan kan deze later alsnog ontstaan door de snelle variatie in de bedrijvenpopulatie en door de evolutie in energietechnologieën. Energieclustering beperkt zich niet tot de grenzen van een bedrijventerrein, maar energiestromen stellen hun eigen grenzen. De actieradius eigen aan verschillende energievormen zorgt voor een meervoudig en overlappend energiesysteem in het energielandschap (Stremke 2010). Het clusterprincipe tracht artificiële grenzen tussen bedrijven in de vorm van kadastrale kavelgrenzen te doorbreken om gezamenlijk een grotere milieuperformantie, bedrijfseconomische prestatie en sociale prestatie te bereiken. Ook de grenzen van een bedrijventerrein zijn echter artificieel.

Het regionale exergielandschap en de ruimtelijke planning zijn leidinggevend voor de optimalisatie van het exergieverbruik en de toegang tot hernieuwbare energie. Gesterkt door een ambitie in CO<sub>2</sub>-emissiereductie dienen terreinontwikkelaars een locatie te eisen die voldoende mogelijkheden kent op energievak - hernieuwbare energieproductie voor elektriciteit en warmte en/of externe connectiemogelijkheden. Eveneens gesterkt door een ambitie in CO<sub>2</sub>-emissiereductie dienen planners en hun beleidsbepalers van lokale, provinciale en regionale overheden sites met voldoende energiepotentieel aan te duiden voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen en terreinontwikkelaars te leiden richting een optimale aanwending van energie-efficiëntie en hernieuwbaar energiegebruik. Een exergiegestuurde ruimtelijke planning is nodig om de hernieuwbare energiepotentie te ontwikkelen en het exergielandschap te optimaliseren. Van hieruit dienen emissiedoelstellingen en een strategisch plan met concrete acties geformuleerd te worden. Het energieprofiel van de gelokaliseerde bedrijven dient vervolgens in correlatie te staan met de gedefinieerde energiedraagkracht van een locatie.

De terreinontwikkelaar/-beheerder bouwt een algemeen beleid uit voor de aanpak van het energiegebruik en de emissiereductie, dat toegepast wordt zowel op de terreinen in ontwikkeling als in het beheer van bestaande terreinen. Bedrijven kunnen eveneens een rol verkrijgen in de beleidsvorming inzake de ontwikkeling van nieuwe *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen*, dit om het energie- en CO<sub>2</sub>-beleid beter af te stemmen op de wensen van ondernemers en daardoor een betere dienstverlening te kunnen bieden. Een dergelijke actieve rol van ondernemers kan tegelijk bijdragen aan de bewustwording van het klimaatprobleem en de problematiek van het zoeken naar werkende maatregelen op terrein. Geactiveerde ondernemers kunnen zo uitgroeien tot ambassadeurs van het energiebeleid van de terreinontwikkelaars en -beheerders. Een bestuurlijk draagvlak kan maar gecreëerd worden indien ook bedrijven tonen dat ze achter de gestelde energie- en emissieambities staan. Een actieve rol voor bedrijven in de opmaak van het energie- en emissiebeleid van de terreinontwikkelaar en de terreinbeheerder is dus van groot belang.

Tabel 6.3: Bouwstenen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen voor een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening volgend uit energieclustering

Energieclustering op bedrijventerreinen - bouwstenen voor CO <sub>2</sub> -neutraliteit					
Bouwstenen voor CO <sub>2</sub> -reductie	Vorbereidende fase	Conceptiefase	Realisatiefase	Uitgiftefase	Exploitatie-, beheer- en handavings-fase
<b>Ambitieniveau voor energievoorziening en CO<sub>2</sub>-emissie-reductie toetsen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toetsen van het ambitieniveau aan de ruimtelijke exergie-structuur</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activeren van ondernemers bij opstellen van ambitieniveau en strategisch traject, en opvolging</li> </ul>
<b>Energie-profielen activiteiten en locatie afstemmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse van het energiegebruik van de bedrijfstakken/ bedrijven met aangegeven nood aan bedrijfsruimte</li> <li>• Analyse energiedraagkracht via lokale energieproductie en -distributie van sites voor inplanting bedrijventerrein, overeenstemmend met ambitieniveau, en keuze van geschikte locatie</li> <li>• Selectie van energiegebruikstypes voor geselecteerde site voor bedrijventerrein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwerp van terrein in functie van verwachte activiteiten en energiegebruik</li> <li>• In geval van meerdere energiegebruikstypes van verwachte activiteiten, bouwblokken eventueel naar energieverbruikstype differentiëren</li> <li>• Beschrijven energie-profielen verschillende kavels, bouwblokken en terrein, ter ondersteuning van uitgifte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bekendmaking bedrijventerrein met toelichting selectie van energiegebruikstypes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opname van selectie van energiegebruikstypes en energetische draagkracht van site in bestemmingsvoorschriften</li> <li>• Analyse van het energiegebruik van kandidaat-kopers</li> <li>• Kaveltoewijzing op energieprofiel kandidaat-koper</li> <li>• Activiteiten met complementair energiegebruik aantrekken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toetsen energiegebruik van nieuwe activiteiten bij doorverkoop</li> <li>• Bijsturen van verkoop indien nodig</li> </ul>

Energieclustering op bedrijventerreinen - bouwstenen voor <i>CO<sub>2</sub>-neutraliteit</i>					
Bouwstenen voor CO <sub>2</sub> -reductie	Vorbereidende fase	Conceptiefase	Realisatiefase	Uitgiftefase	Exploitatie-, beheer- en handhavings-fase
<b>Energetische nuts-voorzieningen op bedrijventerrein voorzien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse van mogelijkheid voor terreinoverkoepelende energieproductie en -opslag op bedrijventerrein</li> <li>Analyse van mogelijkheid voor warmtenet op terrein en connecties met omgeving</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ontwerp bedrijventerrein voor mogelijke terreinoverkoepelende energieproductie, -opslag en -distributie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse beheersstructuur en eventuele samenwerking met derden</li> <li>Aanleg van slim elektriciteitsnet</li> <li>Eventuele aanleg slim warmtenet op terreinniveau, bouwblok-niveau of in bedrijfsverzamelgebouw</li> <li>Technische en ruimtelijke, financieel-economische en fiscale uitwerking en oprichting van terreinoverkoepelende energie-installaties</li> <li>Bekendmaking bedrijventerrein met toelichting energie- en emissie-faciliteiten en voordelen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verplicht/ stimuleer gebruik van collectieve energievoorzieningen</li> <li>Rechten voor gebruik van private kavels voor energieclustering en collectieve energievoorzieningen</li> </ul>	
<b>Energieclustering stimuleren en faciliteren</b>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Potentiële energiesamenwerking reeds aftoetsen tijdens uitgifte</li> <li>Activeren van bedrijven in beheer nutsvoorzieningen via rol in parkmanagement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detectie van opportuniteiten voor energieclustering</li> <li>Ondersteunen van uitwerking energieclustering</li> </ul>

### 6.6.1. ...ter voorbereiding van de ontwikkeling van een bedrijventerrein

In onderdelen 5.3.1. en 5.6.1. werd gesteld dat een bestuurlijk gedragen ambitieniveau inzake het *CO<sub>2</sub>-neutraliteitskader* tot leidraad kan dienen voor de ontwikkeling van een bedrijventerrein. In dit hoofdstuk werd eveneens de ruimtelijke fundering van dat ambitieniveau meegenomen. Het bestaande en geplande exergielandschap van de gemeente en het hogere planningsniveau, met daarbij gepaard gaande energie- en emissiedoelstellingen, vormt de ruimtelijke context voor de ontwikkeling van het bedrijventerrein. Op deze basis kan de toevoer van hernieuwbare en residuele energie voor het bedrijventerrein beter ingeschat worden, alsook de eventuele energetische rol van het bedrijventerrein voor de omgeving. Indien een exergiegestuurde - minstens energiebewuste - ruimtelijke planning voor de locatie en zijn omgeving ontbreekt, zal de terreinontwikkelaar zelf de analyse dienen uit te voeren

inzake de mogelijkheden voor lokale energieproductie en -opslag, en eventuele externe connecties met de omgeving.

Een bedrijventerreinontwikkelaar kan een locatie (ver)zoeken die voldoende energetische draagkracht bezit voor de verwachte bedrijven op het bedrijventerrein. Wat voldoende is, zal het hoger kader voor de economische en ruimtelijke ontwikkeling duidelijk dienen te maken ofwel een zelf gesteld ambitieniveau. Gegeven de verwachte bedrijfstakken of gegeven de concrete bedrijven waarvoor bedrijfsruimte dient gecreëerd te worden, kan een kwalificatie opgesteld worden van te verwachten energiegebruikstypes (zie onderdeel 4.2.3.6.) die getoetst kan worden aan mogelijke reeds bekende energieprofielen. Deze informatie verschaft input aan de selectie van de site voor de inplanting van het bedrijventerrein, alsook aan het ontwerp en de uitgifte van het terrein.<sup>13</sup> Op basis van het geplande exergielandschap kan tevens een herlokalisatiestrategie voor bestaande "zonevreemde" bedrijven geënt worden.

### 6.6.2. ...voor het ontwerp van het bedrijventerrein

Een CO<sub>2</sub>-armer bedrijventerrein is compatibel met een potentiële fysieke interbedrijfssamenwerking. Reservatiestroken voor leidingen voor de uitwisseling in groenstroken en wachtokers onder de wegenis kunnen hiervoor zorgen, alsook het reserveren van kavels voor interbedrijfssamenwerkingsprojecten. Stedenbouwkundige voorschriften kunnen eveneens rekening houden met de eventuele plaatsing van zichtbare leidingen voor de uitwisseling van energie.

Het ontwerp van het bedrijventerrein dient rekening te houden met de mogelijke terreinoverkoepelende energie-installaties, en kan mede gebeuren in functie van de verwachte activiteiten en het verwachte energiegebruik op het bedrijventerrein. Collectieve voorzieningen kunnen uitgebouwd worden op het bedrijventerrein of binnen bouwblokken. Dit kunnen niet-energetische voorzieningen zijn, zoals logistieke functies of facilitaire functies, waarmee schaalvoordelen en efficiëntiewinsten geboekt worden. Onrechtstreeks kunnen daardoor energie-efficiëntere oplossingen gevonden worden, of kunnen energievoorzieningen op de juiste exergiebehoefte worden afgestemd. Bouwblokken en bedrijfsverzamelgebouwen kunnen eventueel een belangrijkere rol vervullen tot het creëren van schaalvoordelen in energievoorzieningen en energie-integratie, door collectieve en gekoppelde energievoorzieningen uit te bouwen op deze schaal.

Verschillende bouwblokken kunnen een gedifferentieerd energieprofiel kennen. Bouwblokken kunnen andere mogelijkheden kennen voor individuele energieproductie op de kavels door bedrijven zelf. Bij de toewijzing van kavels aan bedrijven kan op basis hiervan het energieprofiel van het bedrijf afgestemd worden op het energieprofiel van het bouwblok.

### 6.6.3. ...voor de realisatie van het bedrijventerrein

Voorname collectieve functies op vlak van energie zijn de smart (micro)grids in zowel elektriciteit als in warmte waar opportuun. Energienetten dienen voorzien te worden op de komst van gedistribueerde energie-installaties, zoals lokale productie, opslag en verbruiksmanagement, kortom maximaal slimme netten op het terrein met de capaciteit om de lokale energie-installaties aan te sluiten.

In de voorbereidingsfase en de ontwerpfase werd nagegaan of al dan niet centrale/collectieve energieproductie inzetbaar is op het bedrijventerrein. In de realisatiefase kunnen de installaties zelf en de beheerstructuur verder worden uitgewerkt. Dit kan zo voor installaties voor de energieproductie, alsook voor de energie-uitwisseling en -opslag. Grootschalige energie-installaties, zoals productiefaciliteiten en energienetwerken op het terrein (slimme elektriciteits- en warmtenetten), verdienen een uitwerking op technisch en ruimtelijk, organisatorisch en juridisch, en financieel-economisch en fiscaal vlak. Overleg is nodig met lokale overheid, nutsmaatschappijen, bedrijven, derde partijen, buurt, etc., afhankelijk van de precieze installatie en situatie.

### 6.6.4. ...voor de uitgifte van het bedrijventerrein

In de voorbereidende fase werd het potentieel aan aan te voeren hernieuwbare energie in kaart gebracht. Ook de te verwachten activiteiten en energiegebruikstypes werden in kaart gebracht en

dienden voor de selectie en het ontwerp van het terrein. Al dan niet werden enkele energiegebruikstypes geselecteerd voor het bedrijventerrein en dienen deze nu als start voor de uitgifteprocedure. De geselecteerde energiegebruikstypes en de energetische draagkracht kunnen naast de toegelaten bedrijfstakken vermeld worden in de bestemmingsvoorschriften. Kandidaat-investeerders behorende tot de geselecteerde energiegebruikstypes worden alsdan toegelaten tot wanneer de energetische draagkracht wordt bereikt, hierin een aanneembare en tot doel gestelde optimalisatie van het energiegebruik van de toegelaten bedrijven meegenomen, neergeschreven in het ambitieniveau voor energie en CO<sub>2</sub>-emissies. De concrete toewijzing van een kavel kan ondernomen worden op basis van een gedetailleerde beschrijving van de activiteit, de bedrijfsprocessen en het energieprofiel. Op die manier kunnen activiteiten zo goed als mogelijk op de energiemogelijkheden van bouwblokken en kavels afgestemd worden, en kunnen eveneens potentieel samenwerkende bedrijven bij elkaar geplaatst worden. Hierbij kan energiesamenwerking sturend zijn, bijvoorbeeld potentiële uitwisseling van hoog-calorische warmte, of andere fysieke uitwisselingen. Indien zekere complementaire energiegebruikstypes en energieprofielen kunnen aangeduid worden als potentiële optimalisaties in het exergieverbruik, kunnen deze eventueel sterker aangetrokken worden. Naarmate de uitgifte vordert, het bedrijventerrein zich ontwikkelt of de omgeving zich ontwikkelt, kan een evolutie optreden in de energetische draagkracht en de aanvaardbare energiegebruikstypes.

In de uitgiftefase kunnen bedrijven met complementaire energieprofielen of potentieel collectief te voorziene energieprofielen bij elkaar gebracht worden in een workshop. Op deze wijze kan gedetecteerd worden welke bedrijven grotere kans hebben om samen te werken of een grotere bereidheid daartoe tonen. Dit kan de concrete uitgifte van kavels ondersteunen. De workshop kan geleid worden door ervaren energiemanagers.

Verder kan in de terbeschikkingstellingvoorwaarden voorzien worden in een recht van opstal voor collectieve energievoorzieningen op bedrijfskavels en een recht van overgang/overhang/onderdoorgang voor fysieke netwerken en installaties, om energie-installaties en energieclustering steeds mogelijk te houden.

### **6.6.5. ...voor het beheer van het bedrijventerrein**

De terreinbeheerder, (of) al dan niet een centrale energiemanager, dient tevens oog te hebben voor opportuniteiten inzake clustering, schaalvoordelen of synergieën voor energie-uitwisseling, en voor collectieve hernieuwbare energieproductie. Men kan de bedrijven melding geven van mogelijke opportuniteiten, men kan de bedrijven eveneens bijstaan bij de uitvoering van energiemaatregelen indien nodig. Een actievere benadering bestaat uit een trekkersrol en/of een rol als (mede-)investeerder naast eventuele andere externe partijen. Publieke financiering kan nodig zijn bij langere terugverdientijden en grotere risico's.

Het parkmanagement dat deze taak opneemt, kan daarbij best ondersteund worden door de planingsverantwoordelijken van de site en de omgeving, om de energie-structuur van het bedrijventerrein en de nabije omgeving in kaart te brengen. Immers, waar warmtenetwerken mogelijk zijn, kan voor een robuuste energiecluster ook een link met andere sectoren functies zijn, zoals publieke functies en wonen. De energiemanager en terreinbeheerder kunnen alsdan contacten aangaan met de gemeente, netbeheerders en/of andere partijen wanneer clustermogelijkheden zich aandienen en investeringen op het bedrijventerrein (en bij uitbreiding erbuiten) noodzakelijk zijn.

Een breder uitgebouwd parkmanagement met een actieve bijdrage van gevestigde bedrijven dient de betrokkenheid van bedrijven activeren in het dagdagelijkse energiemanagement en het nemen van energiemaatregelen, alsook in het opstellen van verdere energie- en emissie-ambities op het bedrijventerrein.

<sup>1</sup> Een eerdere weerslag van het onderzoek betreffende energieclustering op bedrijventerreinen is verschenen in Maes, Van Eetvelde et al. (2011).

<sup>2</sup> McKinsey heeft haar analyse gericht op de drie voornaamste sectoren inzake energiegebruik, namelijk de chemische sector, ijzer- en staalsector en petroleum- en gase sector. De bevindingen werden vervolgens geëxtrapoleerd naar de volledige industrie. Met het industrieel energiegebruik wordt energiegebruik in alle industriële activiteiten bedoeld, ook voor de verwarming, koeling en verlichting van industriële gebouwen, maar wordt de energie-inhoud van fossiele grondstoffen buiten beschouwing gelaten.

<sup>3</sup> De ETS-sector werd hier gedefinieerd als luchtvaart, energiesector incl. industriële stoomboilers, ijzer- en staalsector, non-ferro sector, chemische sector, non-metallische mineralensector, papier- en pulpsector, en ten slotte werden ook de niet-energiegerelateerde maar procesgerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies meegenomen.

<sup>4</sup> Een ton CO<sub>2</sub> kost op de spotmarkt op heden ongeveer 13 euro (BlueNext 2010).

<sup>5</sup> McKinsey & Company (2009b) merkt anderzijds op dat de beperkte grootte van de Belgische bedrijventerreinen die clustering moeilijk maken. Men kan echter clustering ook beschouwen over de bedrijventerreingrenzen heen, een meer regionale visie zoals verder blijkt.

<sup>6</sup> Er zijn bijvoorbeeld ook combinaties denkbaar van warmtetransportnetten op hogere temperatuur, gebaseerd op thermochemische warmteopslag, die zelf thermische warmtepompen aandrijven of als energiebron dienen waarbij die warmte opgepompt wordt door thermische of elektrische warmtepompen (zie ook onderdelen 4.2.4.3.8.2. en 4.2.4.3.9).

<sup>7</sup> Dit is een gangbare definitie in Europa voor virtual power plants (VPP). Er bestaan echter meerdere soorten definities van VPPs, bijvoorbeeld (Asmus 2010):

- Een virtual power plant is het centraal aansturen van gedistribueerde generatie, opslag en/of verbruik (gangbare definitie in de Verenigde Staten). Ook in een microgrid worden deze componenten aangestuurd. Verschil is echter dat hier de aangestuurde componenten niet tot een afgebakend gebied hoeven te behoren en vrij zijn te kiezen. VPPs kunnen in deze definitie ook bestaan uit enkel (bij)gestuurde verbruikers.
- Virtual power plants kunnen ook de aggregatie van meerdere energieproductiecentrales aanduiden, effectief centraal aangestuurd (in onderzoek) of waarvan louter de geproduceerde energie samen wordt aangeboden op een groothandelsmarkt (gangbare praktijk) (Europese invulling).

<sup>8</sup> Wanneer gebruik kan gemaakt worden van bestaande scenario's die mogelijk zelfs al ruimtelijke evoluties beschrijven, verlicht dit de concrete gebiedsoefening drastisch (Stremke 2010).

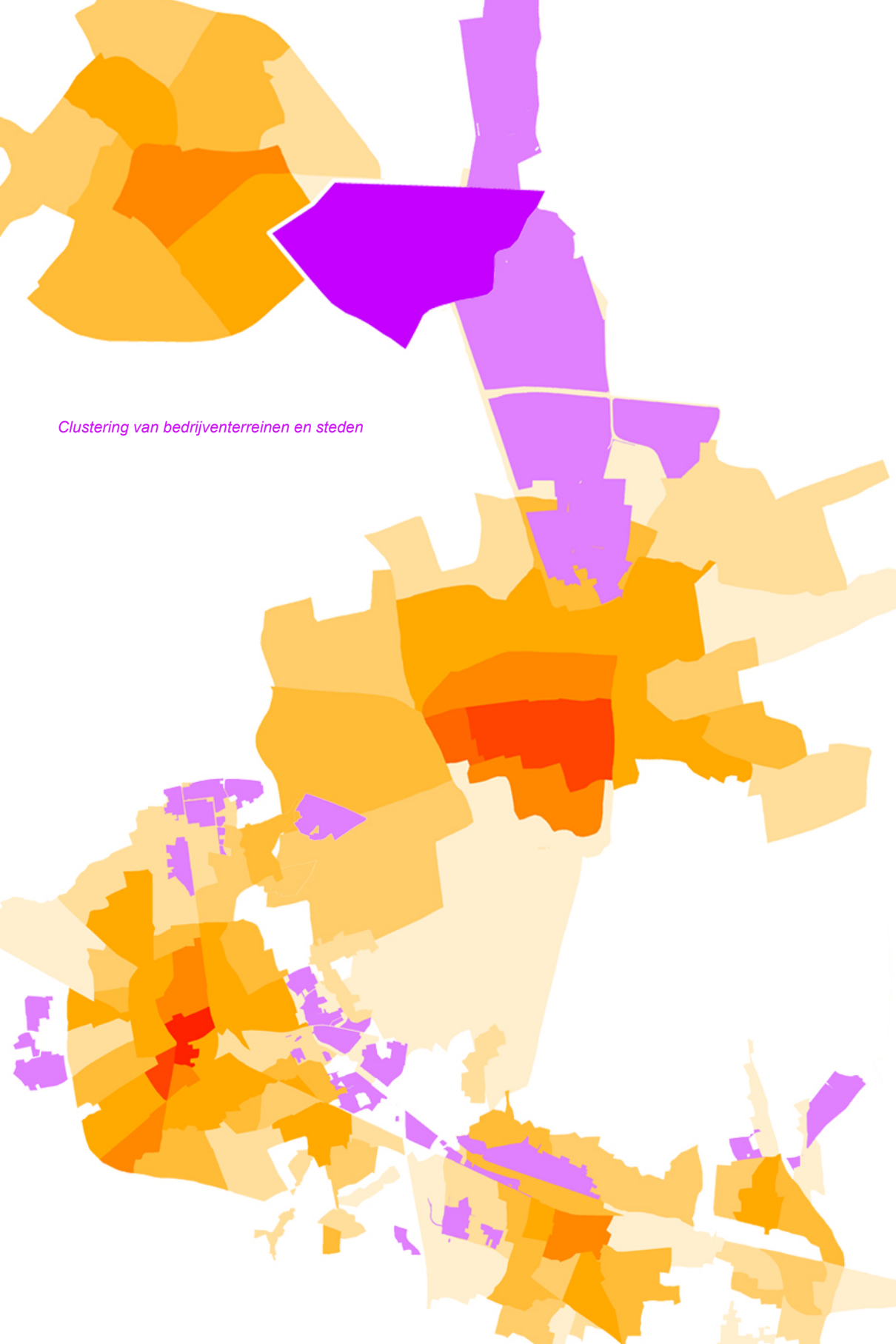
<sup>9</sup> Zinko, Bøhm et al. (2008) stellen dat warmtenetten reeds financieel haalbaar zijn bij een dichtheid van de warmtevraag van 10 kWh/m<sup>2</sup>.jaar of 360 GJ/ha.jaar. Gesteld dat bestaande woningen hun energievraag nog met 70% kunnen verlagen, zouden locaties met een huidige dichtheid van de warmtevraag van 1200 GJ/ha.jaar in aanmerking komen voor de voorziening van een warmtenet met afstandsverwarming.

<sup>10</sup> Tertiaire sector: horeca, vervoer, vervoersondersteunende activiteiten, post en telecommunicatie, financiële diensten, garagewezens, groothandel en handelsbemiddeling, kleinhandel, verhuurdiensten, informatica, advies en bijstand aan ondernemingen en personen, selectie en terbeschikkingstelling van personeel, industriële reiniging, overige diensten aan personen (Vlaamse Overheid Bedrijfsinformatie Platform 2011).

<sup>11</sup> Quartaire sector: speur- en ontwikkelingswerk, afvalwater- en afvalverzameling en straatreiniging, belangenvertegenwoordiging, recreatie, cultuur en sport, openbaar bestuur, justitie, defensie en openbare veiligheid, verplichte sociale verzekering, onderwijs, ziekenhuizen en overige gezondheidszorg, maatschappelijke dienstverlening en een restcategorie met slecht gedefinieerde activiteiten (Vlaamse Overheid Bedrijfsinformatie Platform 2011).

<sup>12</sup> De kennis over de opbouw van dit exergieverbruik is relevant daar dit informeert inzake de mogelijkheden tot het nemen van diverse maatregelen: exergieverbruik door verlies bouwschil, exergieverbruik door processen, exergieverlies door inefficiënte ketels, etc.

<sup>13</sup> Op heden worden voorspellingen van de behoefte aan bedrijfsruimte enkel nog maar opgemaakt voor de bedrijfstakken industrie, bouwsector, en handel en diensten. Het zou interessant zijn deze voorspellingen eveneens te differentiëren naar energiegebruikstypes.





## 7. Piloottesten voor CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen

Verscheidende bedrijventerreinen in West-Vlaanderen onder het beheer of de ontwikkeling van de West-Vlaamse Intercommunale vormden de geschikte terugvalsbasis voor dit onderzoek: zowel het reglementair kader voor de trias energetica-aanpak als de ondersteuning van de bedrijven is opgestart voor intussen een tiental *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen*, een centrale energie-installatie is voorzien op een bedrijventerrein met gekoppeld energiemanagement, en eveneens zijn twee bedrijventerreinen geanalyseerd op een warmtenetvoorziening. Dit alles wordt gecombineerd met de activering van bedrijven wat betreft het formuleren van mitigatiestrategieën en het uitvoeren van mitigatiemaatregelen, en de energiekanalen worden in een lange termijn denken ingepast.

In dit hoofdstuk worden drie bedrijventerreinen toegelicht, die elk in een andere fase van ontwikkeling zijn. Het bedrijventerrein Kazerne Lissewege is een nieuw bedrijventerrein dat onder de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* valt, het bedrijventerrein Sappenleen is een bestaand terrein dat uitgebreid wordt en grootschaligere energie-installaties kan voorzien, en het bedrijventerrein Ieperleekanaal betreft eveneens een bestaand terrein waarop de samenwerking van bedrijven in energie werd geanalyseerd.

### 7.1. *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* op bedrijventerrein Kazerne Lissewege in Brugge

Een eerste uitgewerkte casus betreft de instelling van het verplichte *CO<sub>2</sub>-neutraliteitskader* op het bedrijventerrein Kazerne Rademakers te Lissewege. In navolging van de analyse weergegeven in hoofdstuk 5, is dit reglementair kader uitgebreid tot een richtlijnenpakket dat de trias energetica-aanpak instelt. In dit onderdeel wordt het project voorgesteld en de invulling van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* toegelicht (West-Vlaamse Intercommunale 2006a; West-Vlaamse intercommunale 2009a).

#### 7.1.1. Situering van het bedrijventerrein

Kazerne Rademakers is een lokaal bedrijventerrein ontwikkeld door de West-Vlaamse Intercommunale (wvi). De voormalige militaire kazerne 'Kwartier Rademakers' is gelegen ten noorden van de kern Lissewege, langs de Zeebruggelaan (N31) en is ongeveer 2,3 ha groot (zie Figuur 7.1). Het gebied ligt ca. 13 km ten noorden van het centrum van Brugge en op ca. 8 km ten zuiden van Blankenberge.

Het terrein werd begin 2004 overgedragen aan de West-Vlaamse Intercommunale, voor de reconversie tot een lokaal bedrijventerrein. Het terrein is bestemd voor lokale ambachtelijke en KMO-bedrijven. Autonome detailhandel wordt geweerd, kantoorachtige activiteiten zijn wel toegelaten. Op 21 december 2009 werd het KMO-park officieel geopend.

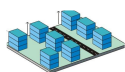


*Figuur 7.1: Reconversie van de ex-kazerne Rademakers tot het bedrijventerrein*

## 7.1.2. Ruimtelijk ontwerp

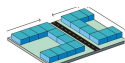
Voor de ontwikkeling van het bedrijventerrein heeft het 'Draaiboek voor duurzame kwaliteit op bedrijventerreinen' tot leidraad gediend: een overzicht van 19 duurzaamheidsprincipes voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen (WES Onderzoek en Advies en Universiteit Gent 2004; WES Onderzoek en Advies, West-Vlaamse Intercommunale et al. 2004; WES Onderzoek en Advies en Universiteit Gent 2005; WES Onderzoek en Advies 2006a; WES Onderzoek en Advies 2006b).

De bestaande structuur en gebouwen (gearceerd in Figuur 7.2) van het voormalig militair domein vormden de uitgangspunten voor de inrichting van het bedrijventerrein. Twee loodsen in het zuidelijk deel van het terrein en de twee gebouwen met ateliers, kantoren en appartementen parallel aan de N31 bleven behouden en kregen een nieuwe invulling. De ruimtelijke structuur van het bedrijventerrein is geënt op de te behouden gebouwen.



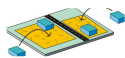
### Stapelen van functies

De militaire gebouwen met een werkplaats op de benedenverdieping en burelen op de eerste verdieping werden behouden en gerenoveerd.



### Intensief ruimtegebruik

Door het hergebruik en het moduleren van de bestaande gebouwen worden aparte kavels, waarvan slechts tot 75% van de oppervlakte efficiënt benut wordt, beperkt.



### Innemen ongebruikte ruimte

De ontwikkeling van het bedrijventerrein betekent het hergebruik van een verlaten site.



### Multifunctioneel ruimtegebruik

In het BPA werd de mogelijkheid van functiemenging (KMO, kantoor, bedrijfswoning) ingeschreven.



### Beeldkwaliteit

De bestaande gebouwen werden zo veel als mogelijk behouden. Aldus wordt het beeldbepalende karakter en de eigenheid van de site dewelke reeds jaren een onderdeel van de omgeving vormde, bestendig.



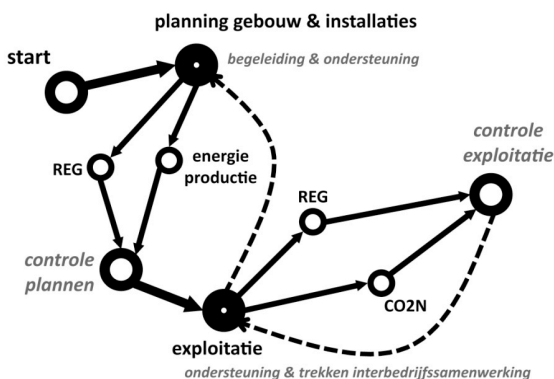
Figuur 7.2: Ruimtelijke duurzaamheidsprincipes op Kazerne Rademakers (West-Vlaamse Intercommunale 2006b)

Met de negen nauwkeurig gedefinieerde balkvormige volumes wordt vertrokken van het principe van koppelbouw hetgeen ervoor zorgt dat de warmteverliesoppervlakten kunnen worden beperkt. Een nauwkeurige bepaling van de bouwhoogtes in de stedenbouwkundige voorschriften biedt verder mogelijkheden voor de plaatsing van zonnepanelen op de platte daken. De dakconstructie dient met voldoende draagkracht uitgevoerd te worden zodat een (eventueel latere) plaatsing van zonnepanelen over de volledige oppervlakte mogelijk is. Grootchalige technieken zijn evenwel moeilijk haalbaar door de kleinschaligheid van het terrein.

### 7.1.3. Algemene aanpak CO<sub>2</sub>-neutraliteit op het bedrijventerrein

Alle bedrijven op het terrein zullen een CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik kennen, conform het SB2007 en het MB2007/MB2009 (zie onderdelen 3.2. en 5.1.) en worden geleid om in eerste instantie

een rationeel energiegebruik (REG) na te streven. Bedrijven krijgen ondersteuning bij het ontwerp van hun gebouwen en de technische installaties. Voorafgaand aan de start van de oprichting worden eveneens de plannen van de gebouwen en de installaties door wvi gecontroleerd op vlak van de toepassing van verplichte energierichtlijnen in de uitgiftevoorwaarden. Tijdens de exploitatie van de bedrijven wordt de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* jaarlijks gecontroleerd. Alsook worden ondernemingen repetitief ondersteund door middel van een doorlichting van hun energiegebruik en de mogelijkheden tot reductie. Te allen tijde kunnen de ondernemingen terecht bij de parkmanager die verantwoordelijk is voor het energiemangement op het bedrijventerrein. Het parkmanagement neemt eveneens de taak op zich om de mogelijkheden tot samenwerking tussen de bedrijven op het bedrijventerrein te stimuleren en te ondersteunen (zie Figuur 7.3). Bedrijven worden in de gehele aanpak proactief gestimuleerd de verplichtingen tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* te halen om zodoende de nood aan effectieve dwang te minimaliseren.



Figuur 7.3: Processchema *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* West-Vlaamse Intercommunale

#### 7.1.4. Maatregelen ter bevordering van het rationeel energiegebruik

Een bedrijfsgebouw kent een veel langere levensduur en is achteraf moeilijker aanpasbaar dan de technische uitrustingen die instaan voor het uitoefenen van de bedrijfsactiviteit. Bijgevolg liggen de eisen op vlak van door te voeren REG-maatregelen hoger voor het bedrijfsgebouw en zijn klimaat- en verlichtingsinstallaties dan voor de installaties voor de bedrijfsactiviteit. In de tweede categorie worden REG-maatregelen pas verplicht ingeval van zeer gunstige terugverdientijden. In de eerste categorie kunnen ook REG-maatregelen met een hogere terugverdienperiode verplicht worden. Echter, de verschillende verplichtingen in deze categorie ondersteunen elkaar: zo zijn de vereiste energieprestaties van het gebouw veel makkelijker haalbaar met behulp van de verplichte en aanbevolen maatregelen inzake klimaatinstallatie en verlichtingsinstallatie.

##### 7.1.4.1. Maatregelen gericht op de energieprestatie van de gebouwen

De geldende Vlaamse EPB-eisen voor de gebouwen worden door wvi op het bedrijventerrein aangescherpt - zolang deze verscherpte eisen niet minder streng worden dan vigerende regelgeving.

- Kantoren en (bedrijfs)woningen op het terrein dienen te voldoen aan een isolatiepeil van K30 of lager, en een energieprestatiepeil van E60 of lager.
- Kantoren met een beschermd volume kleiner dan 300 m<sup>3</sup> en behorende tot een industrieel gebouw dienen te voldoen aan een isolatiepeil van K35 of lager, en een energieprestatiepeil van E70 of lager.
- Bedrijfsgebouwen, andere dan kantoren en (bedrijfs)woningen, dienen te voldoen aan een isolatiepeil van K40 of lager.

Actieve koeling in kantoren en woningen dient maximaal vermeden te worden. Minstens dienen luifels boven zuidelijk gerichte vensters, de plaatsing van zonnewering aan zuidelijk en westelijk gerichte vensters en passieve koeling via nachtventilatie eerst toegepast te worden.

Bedrijfshallen moeten uitgerust zijn met een goed gedimensioneerd en efficiënt verwarmingssysteem, afgestemd op de eigenschappen van de hallen en het doel van de warmte. Indien haalbaar wordt de toepassing van warmterecuperatie uit de ventilatielucht en uit productieprocessen aanbevolen, alsook wordt het streven naar een goede luchtdichtheid van het gebouw en een goede werking van tochtsluizen en snelsluitende poorten aangeraden.

#### 7.1.4.2. Maatregelen gericht op de verlichtingsefficiëntie

De verlichtingssterkte van alle verlichtingstoestellen die in een lokaal geplaatst zijn, dewelke kan bepaald worden door meting of berekening, moet zo laag mogelijk zijn, weliswaar rekening houdend met de gedefinieerde comfortcriteria inzake het minimale verlichtingsniveau en de minimale verlichtingsuniformiteit in de normen *NBN EN 12464-1 Licht en verlichting. Werkplekverlichting. Deel 1: binnenwerkplekken* en *NBN EN 1837 Veiligheid van machines. Integrale verlichting van machines*. Het verlichtingssysteem dient zo veel als mogelijk uitgerust te worden met een aanwezigheidsdetectie, dimmers en schakelklokken, en het verlichtingsniveau dient automatisch rekening te houden met de daglichttoetreding, waarbij deze laatste wordt gestimuleerd met het oog op een meer comfortabele en productieve werkomgeving voor het personeel. De schakeling van de verlichting dient zo veel als mogelijk in verschillende compartimenten te worden georganiseerd zodat ongebruikte werkplaatsen niet onnodig verlicht dienen te worden. Het maximale elektrisch verbruik van alle verlichtingstoestellen samen (incl. de hulpcomponenten zoals voorschakelapparatuur) die in een lokaal geplaatst zijn, moet beperkt worden tot maximaal 2 W/m<sup>2</sup>.100 lux.

Voor buitenverlichting dient de norm *NBN EN 12464-2 Licht en verlichting. Werkplekverlichting. Deel 2: werkplekken buiten* te worden gevolgd, voor wat betreft de gemiddelde verlichtingssterkte, de verlichtingsuniformiteit, de verblindingbeperking, de kleurweergave en de lichthinder. Het verlichtingssysteem dient zo veel als mogelijk uitgerust te worden met een aanwezigheidsdetectie en schakelklokken. Het maximale elektrisch verbruik van alle verlichtingstoestellen samen (incl. de hulpcomponenten zoals voorschakelapparatuur), moet in dit geval beperkt worden tot maximaal 0.03 W/lm.

#### 7.1.4.3. Verplichting tot het uitvoeren van een quickscan rationeel energiegebruik

Elke onderneming is verplicht een quickscan rationeel energiegebruik (quickscan REG) aan te vragen bij wvi. Deze quickscan is in hoofdzaak gericht op de installaties voor de uitvoering van de bedrijfsactiviteit en scant aan de hand van de bouwplannen en de plannen van de technische installaties verdere mogelijkheden van rationeel energiegebruik. Aspecten die zeker aan bod komen, zijn:

- de toepassing van alternatieve en efficiëntere aandrijvingen voor eventuele persluchtsystemen, en de optimalisering van eventuele resterende persluchtsystemen (alternatieve technieken, leidingennet, lekdetectie, frequentiesturing, drukverlaging, aanzuigen koude lucht, warmterecuperatie, stille urenvoorzieningen,...);
- de optimalisering van eventuele elektrische aandrijvingen en batterijen (hoogrendementsmotoren, frequentiesturingen op elektromotoren,...);
- de toepassing van alternatieve en efficiëntere koelsystemen voor eventuele koelmachines (free cooling, adiabatische koeling), en de vermindering van de energievraag van eventuele koelmachines (geautomatiseerde koeldeuren, isolatie, warmterugwinning, frequentiesturing, verlagen condensortemperatuur, elektronische expansieventielen, regelsysteem, gestuurde ontdooiing, onnodige warmtebronnen,...);

- de toepassing van alternatieve en efficiëntere warmtesystemen dan traditionele stoominstallaties, en de verbetering van eventuele resterende installaties voor de productie van stoom (economiser, rookgascondensor, isolatie, warmterecuperatie,...).

Het bedrijf wordt aanbevolen de quickscan REG zo snel mogelijk te laten uitvoeren in de planningsfase van het gebouw en de uitrustingen, bij voorkeur zodra de eerste schetsen voor de bouwplannen en de plannen van de technische installaties ter beschikking zijn, dit om de toepassing van REG-maatregelen vlot en zonder onnodige kosten door mogelijk grote aanpassingen van plannen te laten plaatsvinden.

De ondernemingen zijn verplicht de technisch mogelijke en door de regelgeving toegestane maatregelen die uit de quickscan REG volgen met een terugverdientijd van ten hoogste 3 jaar, uit te voeren. De verplichting geldt opnieuw indien een nieuwe quickscan REG wordt uitgevoerd. De ondernemingen worden sterk aanbevolen ook zo veel mogelijk maatregelen die uit de quickscan REG volgen met een terugverdientijd van meer dan 3 jaar, uit te voeren.

De ondernemingen zijn verplicht elke 5 jaar een nieuwe quickscan REG aan te vragen bij wvi. Ingeval de onderneming tijdens bedrijfsvoering aanpassingen uitvoert aan het gebouw waarvoor opnieuw een stedenbouwkundige vergunning noodzakelijk is en/of aanpassingen uitvoert aan zijn bedrijfsinstallaties die een fundamentele verandering kunnen teweeg brengen aan het energiegebruik, heeft het bedrijf het recht de eerstvolgende quickscan vervroegd te laten uitvoeren door wvi opdat het ontwerp van het gebouw en/of de installaties optimaal rekening kan houden met rationeel energiegebruik.

#### **7.1.4.4. Energiemanagement in de onderneming**

Bedrijven worden aanbevolen het energiegebruik in elektriciteit, warmte, stoom, perslucht, brandstof, etc. te monitoren. Bedrijven dewelke zijn aangesloten op middenspanning of hoogspanning worden aanbevolen telegelezen meters te laten installeren op de netaansluitingen. Hiermee kunnen de reële lastprofielen opgevraagd worden zodat meer accurate data betreffende het afnameprofiel beschikbaar zijn. Dit stelt de bedrijven in staat het energiegebruik beter te optimaliseren en de onbalans te verminderen. Bedrijven dewelke zijn aangesloten op laagspanning kunnen via zelf geïnstalleerde telegelezen meterinrichtingen eveneens gedetailleerde profielen bekomen.

### **7.1.5. Maatregelen ter bevordering van alternatieve energieopwekking**

Wvi vertrekt voor de bevordering van alternatieve energieopwekking vanuit het beginsel dat het bedrijventerrein en het bedrijfsgebouw een lange levensduur genieten. Vandaar houden stedenbouwkundige regels zo veel als mogelijk rekening met de potentiële plaatsing van energieproducerende technieken. Op de toepassing van individuele energieproducerende technieken zelf rust daarentegen geen verplichting.

#### **7.1.5.1. Quickscan voor alternatieve energieopwekking**

Een quickscan voor alternatieve energieopwekking wordt geïntegreerd in de quickscan REG en analyseert, aan de hand van de bouwplannen en de plannen van de technische installaties, de (milieu) technische en economische haalbaarheid van het gebruik van alternatieve energiebronnen. Technologieën die aan bod kunnen komen zijn bijvoorbeeld fotovoltaïsche zonnecellen, zonneboiler, warmtepomp, biomassaketel en warmtekrachtkoppeling. Voor elk van deze technologieën dient volgende berekend te worden:

- het aangewezen te installeren vermogen;
- de investeringskosten met en zonder overheidssteun;
- de meerinvestering t.o.v. een klassiek systeem;

- de jaarlijkse besparingen en meeruitgaven voor energiegebruik en exploitatie t.o.v. een klassiek systeem;
- een eenvoudig berekende terugverdientijd (= meerinvestering/jaarlijkse besparing).

### 7.1.6. Verplichting tot CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik

De verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, waarmee elke onderneming belast wordt, gaat in per 1 januari van het jaar dat volgt op de ingebruikname van het gebouw door de onderneming. De onderneming kan voldoen op een van volgende wijzen:

- door aankoop van groene stroom bij een energieleverancier via het distributie- of transportnet, of via een directe lijn;
- door productie van groene stroom door het bedrijf zelf op haar eigen bedrijfseigendom;
- door emissiekredieten aan te kopen die de uitstoot van CO<sub>2</sub> tengevolge van de afname van grijze stroom compenseren, of door garanties van oorsprong aan te kopen overeenkomstig het volume van de afgenomen stroom, dewelke niet kan gegarandeerd worden groene stroom te zijn door de leverancier;
- door productie van blauwe stroom door het bedrijf zelf op haar eigen bedrijfseigendom, voor zover alle geproduceerde elektriciteit is gedekt door garanties van oorsprong of door emissiekredieten;
- een combinatie van bovenstaande opties.

In geen geval is het toegelaten op het bedrijventerrein door de bedrijven zelf grijze stroom te produceren of grijze stroom af te nemen van een bedrijfsexterne energie-installatie die gevestigd is op het bedrijventerrein. De emissiekredieten dienen te voldoen aan de kwaliteitsnormen van de Gold Standard en daartoe gecertificeerd te zijn.

### 7.1.7. Controle en handhaving

De ondernemingen dienen een kopij in te dienen van het inplantingsplan, de bouwplannen en de plannen van de technische installaties voor de uitvoering van de bedrijfsactiviteiten. De ondernemingen dienen ook volgende documenten in te dienen:

- een kopij van het voorlopige EPB-verslag dat weergeeft welke E-waarde en K-waarde worden gehaald, en dat aantoont dat deze E- en K-waarde worden gehaald met de aangegeven schildelen en technieken;
- een nota van alle componenten van de geplande verlichtingsinstallaties, per lokaal en buitenruimte onderverdeeld, waarin tevens de maximale verlichtingssterkte en het maximale elektrisch verbruik per lokaal staat aangegeven.

Al deze gegevens dienen ingediend te worden bij wvi alvorens de stedenbouwkundige vergunning wordt aangevraagd. De ondernemingen dienen tenslotte een kopij van de uiteindelijke EPB-aangifte over te maken aan wvi, ingesloten in het eerste rapport van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*.

Wvi behoudt het recht de toepassing van de verplichtingen vermeld in het uitgifteplan te controleren in het dossier dat ingediend moet worden alvorens de stedenbouwkundige vergunning wordt aangevraagd, in de bouwfase, in de EPB-aangifte en in de exploitatiefase.

Ingeval een onderneming later aanpassingen uitvoert aan het gebouw waarvoor opnieuw een stedenbouwkundige vergunning noodzakelijk is, dient deze onderneming bovenstaande rapportage, inzake de plannen, de verlichtingsinstallatie, het voorlopige EPB-verslag en de uiteindelijke EPB-aangifte (indien opnieuw een EPB-aangifte moet gebeuren), opnieuw uit te voeren en in te leveren bij wvi.

Elke onderneming maakt jaarlijks ten laatste op 31 maart volgend op elk kalenderjaar waarin de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* voor het bedrijf van toepassing is, een rapport over aan wvi met daarin vermeld het

elektriciteitsjaarvolume dat onderworpen is aan de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting*, evenals de wijze en het bewijs daarvan, waarop aan de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* is voldaan, conform de opties die het bedrijf aangereikt worden om aan de neutraliteitseis te voldoen. Ingeval de onderneming blauwe stroom afkomstig van een bedrijfsinterne kwalitatieve warmtekrachtkoppeling of stroom afkomstig van een bedrijfsexterne energievoorziening op of buiten het bedrijventerrein via een directe lijn gebruikt, dient zij dit eveneens te melden in het rapport.

Ter naleving van deze verplichtingen werd in de verkoopvoorwaarden opgenomen dat wvi een dwangsom kan vorderen.

## 7.1.8. Communicatie naar de bedrijven

Elke kandidaat-koper wordt uitgenodigd voor een collectieve en inleidende informatiesessie waarop het nieuwe bedrijventerrein en de verkoopvoorwaarden worden voorgesteld, met daarbij bijzondere aandacht inzake de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, rationeel energiegebruik en hernieuwbare energie.

In een evaluatiegesprek met wvi wordt de kandidaat ook een brochure meegegeven waarin de verplichtingen tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* op toegankelijke wijze worden toegelicht.

Voorafgaand aan het verlijden van de akte worden de kopers via brief geïnformeerd over de verwachte documenten die aan wvi moeten worden overgemaakt en door wvi moeten worden goedgekeurd vooraleer de bouwaanvraag kan worden ingediend. Bij deze brief wordt een uitnodiging gevoegd voor een tweede collectieve infosessie waarop de verwachte documenten worden toegelicht aan de kopers en praktische tips voor de trias energetica-aanpak worden meegegeven.

De kopers kunnen steeds terecht bij de parkmanager van wvi die verantwoordelijk is voor het energiemangement op het bedrijventerrein met hun vragen over de verwachtingen rond de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, rationeel energiegebruik en hernieuwbare energie. Ook tijdens de bedrijfsvoering blijft de parkmanager ter beschikking.



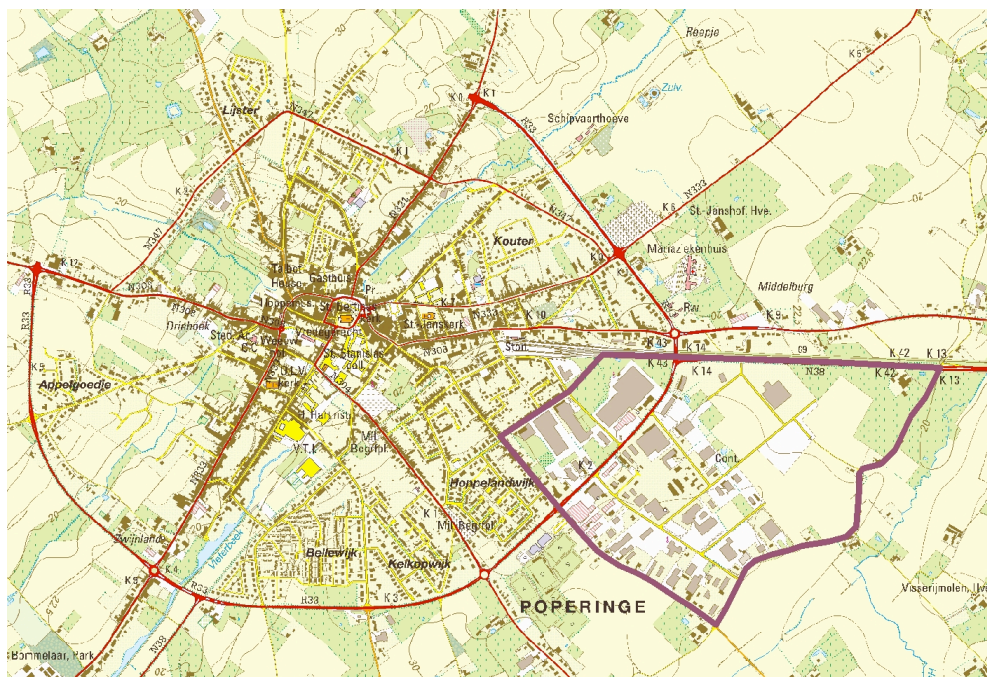
## 7.2. Centrale energieproductie en collectief energiemangement op bedrijventerrein Sappenleen in Poperinge

Sappenleen is een bestaand bedrijventerrein onder het beheer van de West-Vlaamse Intercommunale dat uitgebreid wordt. Deze uitbreiding valt conform de subsidievoorwaarden onder de verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, doch het bestaande deel behoudt zijn 'status'. De specifieke casus betreft de uitwerking van een centrale energieproductie-installatie op het bedrijventerrein.

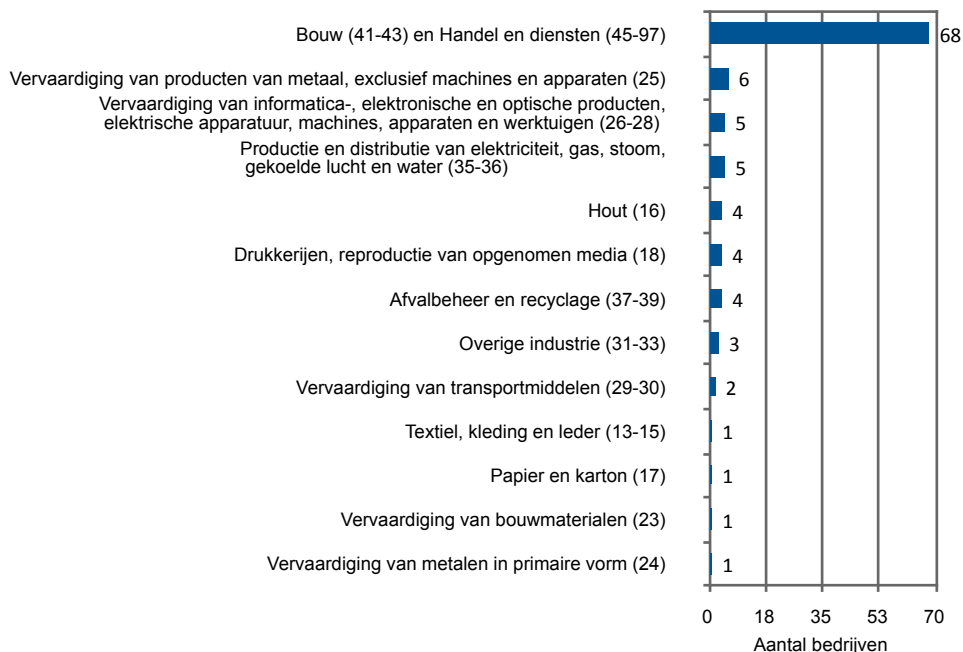
### 7.2.1. Situering van het bedrijventerrein

Het bedrijventerrein is in ontwikkeling vanaf de jaren 1960 en werd gefaseerd uitgebreid. Het is gelegen gespreid over de oostelijke ring van de stad (zie Figuur 7.4). Sappenleen is duidelijk een gemengd bedrijventerrein met een grote aanwezigheid van handel en diensten (zie Figuur 7.5).





*Figuur 7.4: Situering van Sappenleen in Poperinge (contour)*



*Figuur 7.5: Distributie van de aanwezige bedrijfstakken op het bestaande deel van het bedrijventerrein (Provinciale Ontwikkelingsmaatschappij West-Vlaanderen en West-Vlaamse Intercommunale 2007)*

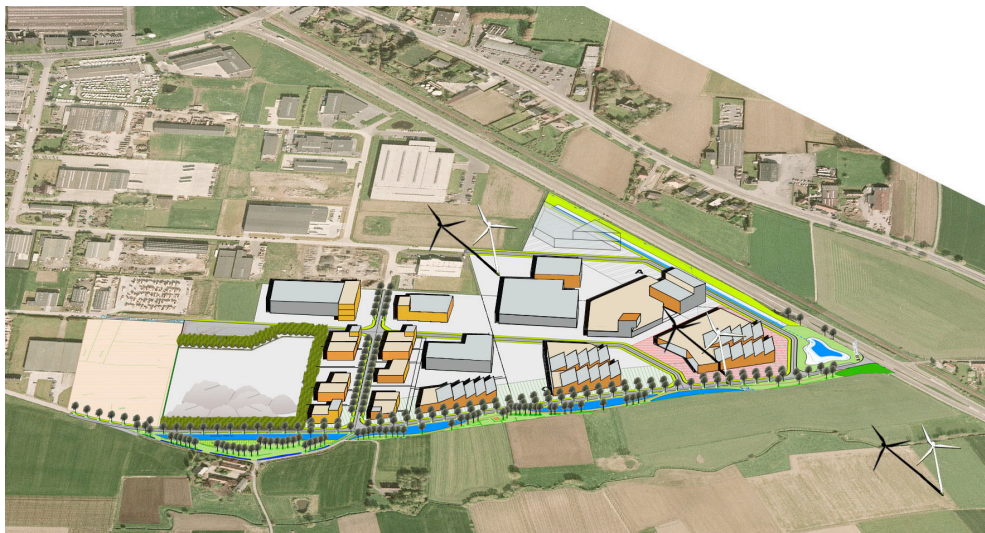
In de afbakening van het kleinstedelijk gebied Poperinge werd bijkomend 29 hectare bestemd als lokaal en regionaal gemengd bedrijventerrein. Het nieuwe bedrijventerrein wordt begrensd door het bestaande deel van het bedrijventerrein Sappenleen, de Westhoekweg (N38) en de St-Jansstraat (beekvallei).

### 7.2.2. Inplanting van windturbines op het bedrijventerrein

Er werd een onderzoek uitgevoerd naar de inplantingsmogelijkheden van grote windturbines op het bedrijventerrein, rekening houdende met slagschaduwhinder, geluidshinder, veiligheidseisen, landschappelijke inplanting, etc., volgens de richtlijnen vermeld in de Omzendbrief EME 2006/01 - RO 2006/02 van 12 mei 2006 "Afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines". Na verschillende scenario's uitgewerkt te hebben, is gekozen voor een lijnopstelling van vier windturbines evenwijdig met de N38 - spoorweg (zie Figuur 7.6). Deze opstelling heeft verschillende voordelen:

- een evenwicht werd gevonden tussen de stedenbouwkundige richtlijnen vermeld door het gewest, de provincie en de gemeente;
- hinder door slagschaduw wordt geminimaliseerd;
- er ontstaat een ruimtelijke samenhang met de dominante lineaire structuur van N38-spoorlijn.

Er wordt getracht een maximaal vermogen van de windturbines te plaatsen, vermoedelijk 3 MW-turbines, om de energieproductie te maximaliseren.



Figuur 7.6: Inplantingsvisualisatie van windturbines op Sappenleen (West-Vlaamse Intercommunale)

### 7.2.3. Bijdrage van de windturbines in de dekking van het energiegebruik

In onderdeel 5.5.1. is het energiegebruik op het bestaande bedrijventerrein reeds ter sprake gekomen. Het elektriciteitsverbruik in 2009 bedroeg in totaal 19 720 MWh<sub>e</sub> en het totale gasverbruik 24 080 MWh<sub>th</sub>. Indien het verbruik geëxtrapoleerd wordt vanuit de huidige oppervlakte van het bedrijventerrein van 80 ha naar de geplande oppervlakte van 110 ha, zou het elektrisch en het gasverbruik respectievelijk komen op circa 27 000 MWh<sub>e</sub> en 33 000 MWh<sub>th</sub>.

In een kosten-batenanalyse voor een investeringsafweging rekent men dat de windturbines een energiopbrengst leveren overeenkomende met 2 200 vollasturen jaarlijks. Elke windturbine zou bijgevolg 6 600 MWh<sub>e</sub>/jaar opleveren, of samen 26 400 MWh<sub>e</sub>. Vier 3 MW-windturbines kunnen aldus het elektriciteitsverbruik op het bedrijven dekken, mits het gebruik slechts 2% efficiënter wordt. Aangezien echter de windturbines niet in eigendom zijn van de bedrijven en deze de geproduceerde energie niet noodzakelijk zelf verbruiken, is hiermee nog niet aan een *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* volgens het MB2009 voldaan (zie onderdeel 5.1.). Het is evenwel mogelijk dat de geproduceerde energie wel wordt verkocht aan de gevestigde bedrijven via een marktleverancier, waardoor zij via de afname van groene stroom wel voldoen.

Bedrijven kunnen ook zelfstandig groene stroom opwekken, bijvoorbeeld door PV-panelen op het dak te leggen. De beschikbare dakoppervlakte op het bestaande deel van het bedrijventerrein bedraagt ongeveer 22 ha (Figuur 7.7 geeft aan dat de benutbare oppervlakte wellicht nog kan verhoogd worden). Indien gesteld wordt dat de maximaal paneeloppervlakte de helft van de horizontale dakoppervlakte bedraagt, zou voor 11 ha zonnepanelen gelegd kunnen worden (op 80 ha). Met een paneelopbrengst van 160 kWh<sub>e</sub>/m<sup>2</sup> zouden bedrijven zelf 24 000 MWh<sub>e</sub>/jaar elektriciteit kunnen opwekken op het uitgebreide bedrijventerrein (110 ha), ofwel zo'n 90% van het geëxtrapoleerde elektriciteitsverbruik.



Figuur 7.7: Benutbare dakoppervlakte voor zonnepanelen op het bestaande deel van Sappenleen

Met de inplanting van de windturbines en een maximale plaatsing van PV-panelen op de daken, kan aldus 188% van het elektriciteitsverbruik op het bedrijventerrein gedekt worden. Een elektrificatie van de gebouwverwarming en processen, zou deze dekking wel lager kunnen stellen. De dekking van de energiopbrengst ten opzichte van het totale verbruik bedraagt immers 84% (voor 110 ha). Met de inzet van warmtepompen voor het laag-calorisch warmteverbruik (zie onderdeel 7.2.4.) kan evenwel getracht worden deze dekking toch volledig te maken.

## 7.2.4. Profiel van het warmteverbruik

Er zijn ook alternatieve energiemaatregelen om het gasverbruik te kunnen overschakelen naar een hernieuwbare energievoorziening. Hiertoe bestaan verschillende opties.

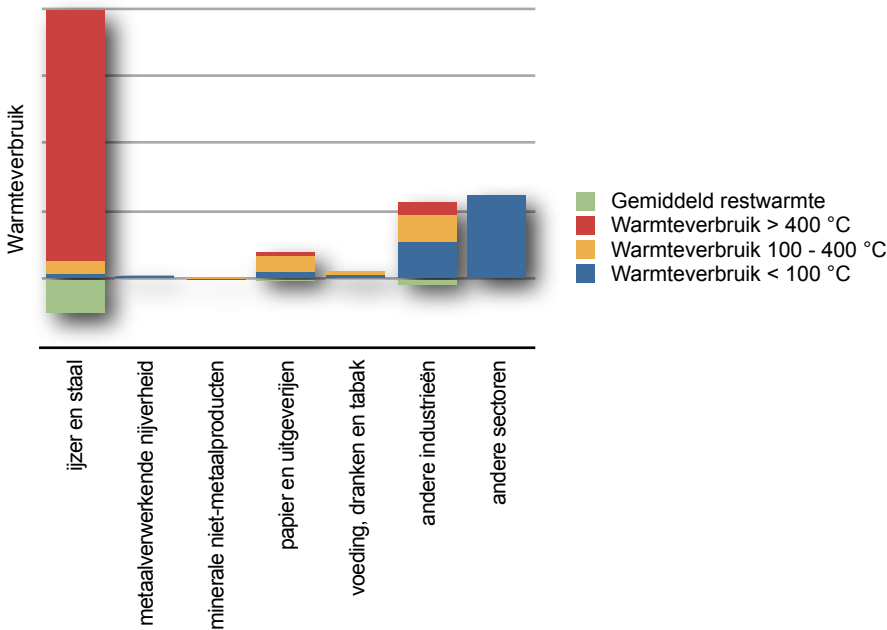
- Door elektrificatie van processen en de voorziening met groene stroom, gekoppeld aan een lager energiegebruik.
- Door gebruik van biogebaseerde brandstoffen: verbranding van vaste biomassa, aankoop van groen gas via gasnetwerk in de toekomst, plaatselijke productie van biogas of raffinage van brandstoffen.
- Door voorziening met hernieuwbare laag-calorische warmtestromen, zoals geothermie (Poperinge ligt in een regio met een verhoogde kans voor diepe geothermie (Dreesen en Laenen 2010)) en/of zonnethermie (zonnecentrale of glastuinbouw). De verlaging van de nodige ketel- en procestemperatuur kan onderzocht worden, om het potentieel van deze laag-calorische energie-influx te maximaliseren.

Het relatieve warmteverbruik op het bedrijventerrein bij een temperatuur tot 100 °C wordt geschat op 30% van het totale warmteverbruik, bij een temperatuur van 100-400 °C op 13% en bij een temperatuur hoger dan 400 °C op 57%. Dit werd berekend op basis van de gasverbruiksgegevens per

NACE-code (gegevens Eandis) en het warmteprofiel van de Duitse industrie, reeds op Vlaams niveau toegepast in onderdeel 4.2.4.4. De totale restwarmte die aangesproken zou kunnen worden, wordt geschat op 9% van het totale gasverbruik op het bedrijventerrein (geschat op basis van de potentiële uit McKenna - zie Tabel 4.2). Deze restwarmte is vooral ter beschikking bij één sector, nl. ijzer en staal, dat ook zijn geschat eigen laag-calorisch warmteverbruik overtreft (zie Figuur 7.8).

Uit deze cijfers volgt dat als het potentieel aan restwarmte volledig gebruikt zou worden, de uitwisseling van restwarmte op het bedrijventerrein nodig zou zijn. Eventueel kan dit in het kader van een collectieve warmtevoorziening op laag-calorische warmte (geothermie, zonnethermie), waarbij de restwarmte in het warmteverdelingsnet geïnjecteerd wordt. Een andere optie is eventueel een bedrijfsverzamelgebouw te verwarmen met behulp van de restwarmte. Beter zou echter zijn dat de restwarmte zou kunnen ingezet worden als proceswarmte. Een grondige analyse van de warmteprofielen van de bedrijven op het terrein, alsook van de potentiële (rest)warmtelevering en -benutting in de omgeving van het terrein dringt zich aldus op. Ook kan het stadscentrum mogelijk als warmtesink dienen. Uit de schatting van het warmteverbruik van de huishoudens en de tertiaire en quartaire sector is immers gebleken dat een warmtenet in het centrum een valabele warmtevoorziening zou kunnen bieden (zie Figuur 7.9). Bovendien heeft het aangeduide deel van de stad zelfs een warmtevraag van circa tweemaal de totale warmtevraag op het bedrijventerrein.

Dit potentieel tot centrale/collectieve warmteproductie voor het bedrijventerrein en/of de stad zou dan betekenen dat het bedrijventerrein compatibel kan zijn met het ontvangen van bedrijven die restwarmte ter beschikking hebben. Tevens kan een warmtestudie input verschaffen inzake de verschillende mogelijkheden om een *CO<sub>2</sub>-neutrale warmtevoorziening* te initialiseren, inclusief op welke wijze hiertoe bijkomende verplichtingen inzake een *CO<sub>2</sub>-armere warmtevoorziening* in de terbeschikkingstellingvoorwaarden aan de bedrijven meegegeven dienen te worden.



*Figuur 7.8: Afgeleid warmteprofiel (op basis van (Lutsch en Witterhold 2005)) en gemiddeld potentieel restwarmte (uit (McKenna en Norman 2010)) voor 2009 uit gasverbruikscijfers (Eandis) (voor de niet-industriële bedrijfstakken is een warmteverbruik voor 100% kleiner dan 100 °C ondersteld)*





*Figuur 7.9: Delen van de stad Poperinge met een geschat warmteverbruik door huishoudens en tertiaire en quataire sector van minimum 1000 GJ/ha.jaar: potentieel voor afstandsverwarming met connectie met Sappenleen dient van naderbij onderzocht te worden (berekeningsmethode zie onderdeel 6.5.3.1.)*

### 7.2.5. Energiemanagement op het bedrijventerrein

Een permanent energiebeheer op bedrijventerreinniveau dringt zich op. Ten eerste zullen de windturbines op het bedrijventerrein een minimum aan energiebeheer noodzaken, ook al wordt het onderhoud, de evenwichtsverantwoordelijkheid e.d. niet zelf uitgevoerd. Ten tweede zijn er voldoende aanwijzingen dat het energiegebruik op de site verder kan verduurzaamd worden en dat hiertoe collectieve maatregelen een grote kans maken. Hierbij kan ook aan de meerwaarde van energiestudies op bedrijventerreinniveau herinnerd worden op de bestaande bedrijventerreinen, besproken in onderdeel 5.5. Ten derde zal een continue energiemonitoring op het terrein aangewezen zijn om de controle van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* te automatiseren.

In totaal kunnen vier windturbines opgesteld worden, waarvan wvi mogelijk twee turbines in eigen eigendom. De andere twee turbines worden opgericht door een energieproducent. Na een juridische, fiscale en financieel-economische analyse heeft wvi beslist de windturbines dewelke ze zelf kan oprichten, binnen eigen beheer te investeren en uit te baten. Omwille van de fiscale lek op participatie via aandelenkapitaal van de vele bedrijven op het terrein, moest de participatie worden vervangen door een achtergestelde lening. In plaats van de investeringsmogelijkheid open te stellen aan de bestaande (normalerwijze niet-*CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijven*) en de nieuw te vestigen *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijven* (die reeds dienen te investeren in de nieuwe vestiging) is ervoor gekozen een deel van de inkomsten voor wvi aan alle bedrijven op het terrein over te dragen (huidig voorliggend concept).

Een deel van de inkomsten die wvi zal genieten door de uitbating van de windturbines wordt geïnvesteerd in een basis doch uitbreidbaar energiemonitoringsstelsel op het bedrijventerrein. Een ander deel van de inkomsten zal vanaf het eerste jaar jaarlijks worden overgedragen naar een vereniging van de bedrijven gevestigd zowel op het nieuwe als op bestaande deel van het terrein. De bedrijvenvereniging zal over het beslissingsrecht beschikken over de aanwending van het ter

beschikking gesteld budget. De enige voorwaarde die zal gelden is dat de inkomsten dienen besteed te worden aan maatregelen ter reductie van het energiegebruik of de broeikasgasemissies op het bedrijventerrein. Een alternatief Business Improvement District ontstaat op deze wijze en bedrijven worden geactiveerd in het energie- en emissie management op het terrein. Bedrijven kunnen die gelden bijvoorbeeld investeren in een energiedoorlichting, in de opzet van een groepsaankoop zonnepanelen, in een haalbaarheidsstudie voor een warmtenet en een centrale/collectieve warmteproductie-installatie op het bedrijventerrein, biogasproductie op het terrein, etc. Uit bovenstaande volgt in elk geval dat er nog vele opties open liggen om de energievoorziening te verduurzamen. Mogelijk kan als een soort engagementsverklaring, eveneens als een betere gelijkstelling van de nieuwe en bestaande bedrijven op het terrein, en als een kans tot uitbreiding van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, als voorwaarde voor lidmaatschap gesteld worden dat leden een *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* dienen te kennen. In ruil voor dit engagement krijgen de leden aldus onrechtstreeks een financiële ondersteuning om de energie- en emissieprestatie bijkomend te vergroten.

### **7.3. Energieclustering op bedrijventerrein leperleekanaal in leper**

Als casus werd eveneens een bestaand bedrijventerrein geanalyseerd op potentiële samenwerking van bedrijven. Hiervoor is door de West-Vlaamse Intercommunale en de POM West-Vlaanderen een studie bureau aangesteld. De opdrachtnemer, ABDE, heeft een analyse uitgevoerd van alle geïnteresseerde bedrijven: eerst een snelle doorlichting naar potentiële interne energiemaatregelen en vervolgens een analyse naar mogelijke energiesamenwerking op het bedrijventerrein.

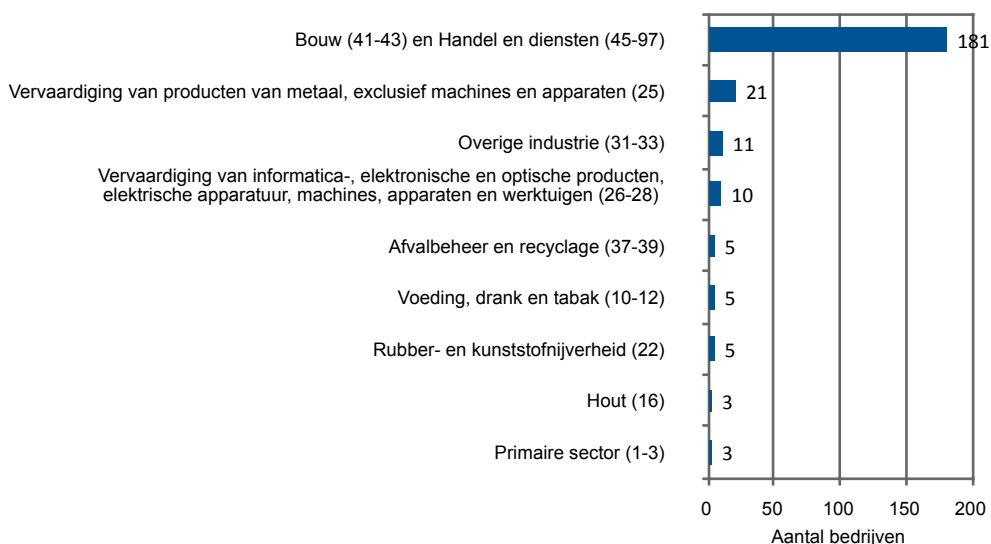
#### **7.3.1. Situering van het bedrijventerrein**

leperleekanaal is een circa 300 ha tellend bedrijventerrein gelegen langs het kanaal leper-IJzer ten noorden van de stad leper (zie Figuur 7.10). De ontwikkeling startte in de jaren 1960, vanaf de rand van de stad in noordelijke richting (WES Onderzoek en Advies 2006b).



Figuur 7.10: Situering van het bedrijventerrein Ieperleekanaal in Ieper (WES Onderzoek en Advies 2006b)

Het bedrijventerrein is een gemengd, lokaal en regionaal bedrijventerreinen (zie Figuur 7.11). De voedings- en metaalsector zijn voornamelijk bedrijfstakken, alsook de aanwezigheid van afvalverwerking en compostering (WES Onderzoek en Advies 2006b). Op het bedrijventerrein is één EU ETS-bedrijf gelokaliseerd, actief in de productie van voeding.



*Figuur 7.11: Distributie van de aanwezige bedrijfstakken op leperleekanaal (Bedrijven Informatie en Signalisatie sYsteem 2011; Economische Kaart leper 2011)*

### 7.3.2. Analyse van het potentieel tot energieclustering

Net als Sappenleen betreft leperleekanaal een gemengd bedrijventerrein, met een groot aandeel van handel en diensten. Volgens Lambert en Boons (2002) is er op dergelijke terreinen in Nederland weinig interesse in de uitwisseling van restwarmte, maar wel in collectieve energieproductie. Deze casus voert een test uit naar energieclustering op het Vlaamse bedrijventerrein. Een eerdere studie van BECO bracht immers aan het licht dat er mogelijk een biogasnetwerk kon voorzien worden. Drie biomassavergistingsbedrijven zijn actief op het bedrijventerrein. Het was de doelstelling van een nieuwe studie, uitgevoerd door ABDE, dit potentieel verder te onderzoeken, doch zich niet alleen tot dit project te beperken, én vooreerst een snelle analyse uit te voeren van eventuele mogelijke interne energiemaatregelen. Alle fysieke clusteringsmogelijkheden kwamen aan bod (zie onderdeel 6.3.1.): de uitwisseling van (residuele) exergie, de collectieve productie van energie en de inzet van vrije capaciteit van individuele energie-installaties. Een energievoorziening voor het terrein ontwikkeld door een derde partij is niet meegenomen in de studie.

Bij verschillende bedrijven is een energetische (rest)stroom - restwarmte, biogas (en biomassa) - gedetecteerd. Bij meerdere bedrijven staat bovendien een WKK-installatie met een vrije capaciteit of met restwarmte-overschot ter beschikking. Een selectie van een 7-tal energieclusters konden worden voorgelegd naar het einde van de doorlichting:

1. een biogasleiding tussen drie biomassavergistingsbedrijven, die als backup zou dienen tegen het affakelen van biogas in geval van stilstand, geraamd op een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 67 ton jaarlijks;
2. een biogasleiding van een biomassavergistingsbedrijf naar een voedingsbedrijf, geraamd op een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 186 ton jaarlijks (dit is evenwel slechts 0,4% van de CO<sub>2</sub>-emissie overeenkomende met de jaarlijks toegekende emissiekredieten voor het ETS-bedrijf voor de periode 2008-2012);
3. een warmtenet vanuit een biomassavergistingsbedrijf met een WKK-installatie naar bedrijven op het bedrijventerrein (CO<sub>2</sub>-emissiereductie nog onbekend);
4. een WKK met warmteleiding naar een producent van huishoud- en verzorgingsproducten en naar een ziekenhuis, geraamd op een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 77 ton jaarlijks;



5. een biomassa-WKK bij een voedingsbedrijf, gevoed door een houtchipsfabrikant op het terrein, en met een stoomleiding naar een slibdrogingsinstallatie, geraamd op een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 2500 ton jaarlijks;
6. een warmteleiding voor uitwisseling van restwarmte van een textielververij naar een kantoor/magazijn/woning (CO<sub>2</sub>-emissiereductie nog onbekend);
7. een directe elektriciteitsverbinding tussen een biomassavergistingsbedrijf (met WKK) en een koelhal (CO<sub>2</sub>-emissiereductie nog onbekend).

Een half jaar na de studie liggen twee van de zeven projecten nog steeds op tafel, terwijl voor 5 van de 7, evenals voor andere technisch mogelijke clusters gedetecteerd tijdens de uitvoering van het project, zich een knelpunt vertoonde: geen interesse van bedrijven, te klein potentieel voor investering, onvoldoende rendabel al dan niet door gebrek aan ondersteuning voor restwarmtevalorisatie, flexibiliteit in het gedrang, verkoop bedrijf, maar ook interpersoonlijke aspecten (zie ook Tabel 7.1). Een belangrijk 'knelpunt' dat zich voor meerdere potentiële clusters vertoonde was de mogelijkheid om interne projecten uit te voeren of maatregelen te treffen, die de reststroom minstens drastisch zouden verkleind hebben. Hoewel een knelpunt voor clustering, kunnen de gestelde ingrepen exergetisch wel een positieve evolutie betekenen. Interne projecten zullen over het algemeen ook steeds de voorkeur genieten (Brings Jacobson 2006).

*Tabel 7.1: Voordelen en knelpunten van energieclustermogelijkheden op bedrijventerrein Ieperleekanaal in Ieper*

Cluster	Voordelen	Knelpunten/nadelen
Biogasleiding tussen 3 biomassa-vergistingsbedrijven	Leiding dient als back-up bij uitval van een installatie en vermijdt affakkelen van biogas.	Leiding wordt te weinig gebruikt voor alleenstaande investering.
Biogasleiding biomassavergistingsbedrijf naar voedingsbedrijf	Verlaging gasverbruik voedingsbedrijf	Biomassavergistingsbedrijf blijft biogas ook intern te kunnen gebruiken voor mogelijke toekomstige projecten, en is aldus niet geneigd zich voor lange termijn te binden voor levering van biogas. Voedingsbedrijf zou ook zelf meer biogas kunnen produceren en inzetten.
Warmtenet vanuit biomassavergistingsbedrijf (met WKK) naar bedrijven op terrein	Verlaging gasverbruik ontvangende bedrijven	Biomassavergistingsbedrijf zou warmte in de toekomst zelf nuttig kunnen inzetten en is aldus niet geneigd zich voor lange termijn te binden voor levering van warmte.
WKK met warmteleiding naar producent van huishoud- en verzorgingsproducten, en ziekenhuis	Schaalvoordeel ten opzichte van twee gescheiden WKK's	Extra CO <sub>2</sub> -emissiereductie ten opzichte van elk individuele WKK is beperkt. Ziekenhuis zou liever eigen WKK plaatsen om eveneens elektriciteitsopbrengst te genieten (op heden is het inderdaad een wezenlijk financieel verschil indien de WKK op het eigen terrein dan wel enkele honderden meter verder staat op een ander terrein). Eerst dienen nog interne keuzes gemaakt te worden inzake energiematregelen. Koppeling met derde bedrijf nog mogelijk en dichter bij eerste bedrijf, maar voorlopig geen interesse.
Biomassa-WKK bij voedingsbedrijf gevoed door houtchips afkomstig van bedrijventerrein zelf en met stoomleiding naar slibdrogingsinstallatie	Gebruik van biomassa voor productie stroom en warmte	Voldoet niet aan voorwaarden voor groenestroomcertificaten.
Restwarmte-uitwisseling vanaf textielververij naar installateur van vries-koelcellen, grootkeukens en koelinstallaties	Gebruik van restwarmte van circa 60 °C voor gebouwverwarming (kantoor, magazijn, woning), daardoor verlaging gasverbruik	

Directe lijn elektriciteit van biomassavergistingsbedrijf (met WKK) naar vrieshal

Beperkte injectiecapaciteit van het elektriciteitsnet. Rechtstreekse levering als alternatief.

Afstemming van koeling en energiegebruik beter op hernieuwbare energieproductie in omgeving (PV en windmolens aanwezig op terrein). Minder aantrekkelijk voor bedrijven, en netkoppeling van windturbines zou moeten aangepast worden daartoe.

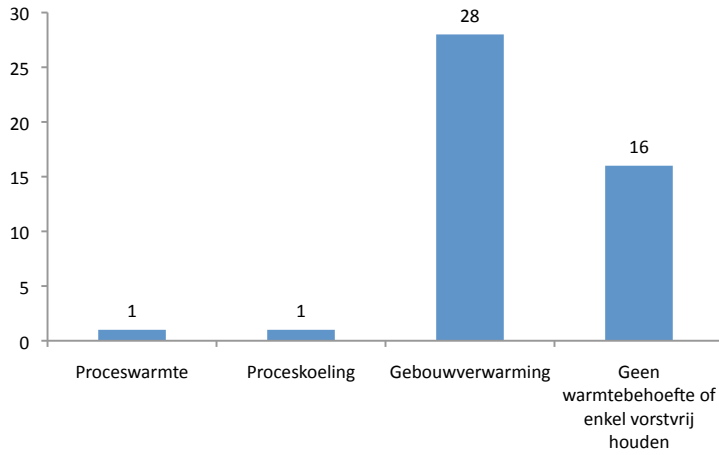
De directe lijn vanuit een biomassavergister naar een vrieshal wordt momenteel verder in detail onderzocht. Ook de restwarmtelevering vanuit de textielververij biedt zeker kans op succes. De tweede warmtecluster, namelijk een collectieve WKK voor de producent van huishoud- en verzorgingsartikelen en voor het ziekenhuis, zou op heden eveneens reeds rendabel zijn, doch eerst dienen interne keuzes gemaakt te worden. De afstand tot het ziekenhuis wordt bovendien als relatief groot (1 250 m) ervaren. Omdat het project niet van strategisch belang is, is daardoor de interesse beperkt. Ook wordt de voorziening in elektriciteit via de WKK voor het ziekenhuis, gelegen op een kleine afstand van de eigen site, inzake netkosten tarifair sterk benadeeld. Er bestaat meer interesse vanuit het eerste bedrijf om de warmte slechts tot een derde bedrijf te brengen, op slechts 250 m afstand en gelegen binnen hetzelfde bedrijventerrein, doch voorlopig is nog geen interesse aanwezig binnen dit derde bedrijf.

ABDE concludeerde dat op heden voor de meeste clusters te weinig kritische massa aanwezig was, maar dat deze in de toekomst wel zou kunnen groeien, al dan niet gestuurd door het aantrekken van bijkomende bedrijven met restwarmtepotentieel of laag-calorische warmtevraag. Dit potentieel vanwege bijkomende bedrijven is voor de eerstkomende jaren echter zeer beperkt volgens het overzicht van op heden reeds gekende kandidaat-investeers zoekende naar een bedrijfskavel in een straal van 10 km (zie Figuur 7.12). Daarnaast kunnen bijkomende warmtekrachtkoppelingen op termijn het restwarmte-aanbod ook vergroten. Bedrijfseigen WKK's bieden steeds enige restwarmte op overschot aan (Moortgat 2011).

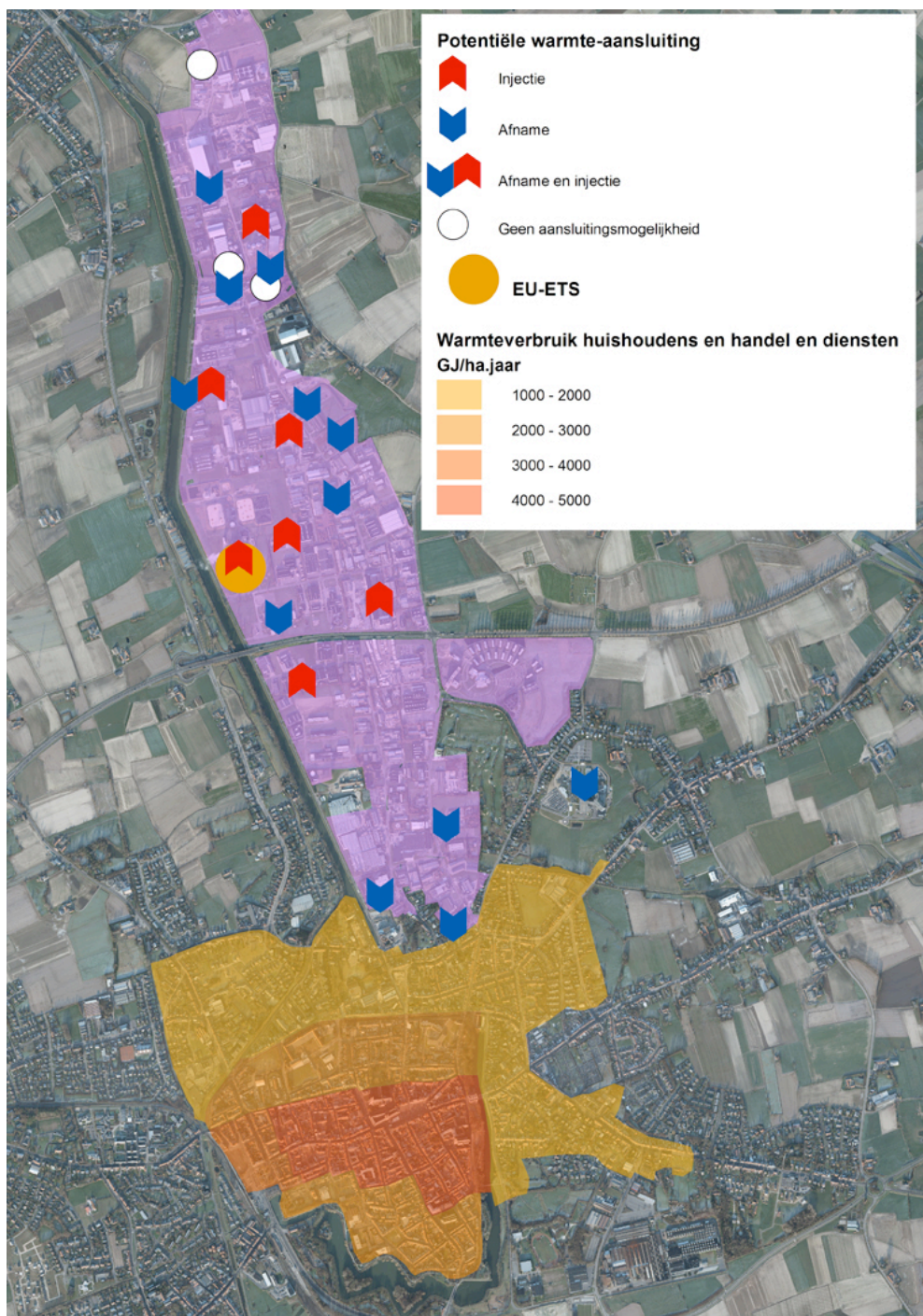
Hoewel meerdere procesbedrijven op het gemengde bedrijventerrein aanwezig zijn, blijkt het potentieel voor energieclustering beperkt. Dit ligt in lijn met de analyse van Lambert en Boons (2002). Een volgende stap in de analyse zal nu zijn, een terreinoverkoepelende en daardoor centrale en niet langer collectieve warmtevoorziening te analyseren. Een dergelijke grootschaligere aanpak die de capaciteit bezit om het kleinere potentieel aan restwarmte te benutten kan vooralsnog niet afgeschreven worden. Verschillende praktijkvoorbeelden op gemengde terreinen tonen hiervoor net een grote kans (zie hoofdstuk 6). Bovendien zijn energiedienstverleners ook naar dergelijke opportuniteiten op zoek. Het blijkt dat slechts drie bedrijven van de 21 geanalyseerde bedrijven niet één of andere potentiële afname of injectie van warmte in een warmtenet kennen, gespreid over het gehele bedrijventerrein (zie Figuur 7.13). Het is ook gebleken dat er op het terrein kansen bestaan om de temperatuur van de warmtevraag te verlagen, waardoor de warmtevraag van een warmtenet zou kunnen toenemen. De parkmanager voor het terrein zou nu aldus in samenwerking met de aanwezige bedrijvenvereniging de interesse van meerdere energiedienstverleners kunnen scannen.

Ook bezitten delen van de binnenstad van Ieper een potentieel tot afstandsverwarming: het geschatte warmteverbruik in de binnenstad vanwege huishoudens en handel en diensten overtreft er 1000 GJ/ha.jaar, voldoende om zelfs mits drastische reductie van het energiegebruik van de gebouwen nog een rendabel warmtenet te kunnen realiseren. Hiervoor zou immers 360 GJ/ha.jaar voldoende zijn (Zinko, Bøhm et al. 2008). Mogelijk kunnen stadsgebouwen een ankerfunctie dienen voor de eerste fase van een stadsdekkend warmtenet, zoals in Londen (Greater London Authority 2009). Ook hier kunnen energiedienstverleners een belangrijke rol in het voorzien van een stadswarmtenet vervullen.

Ter conclusie kan gesteld worden dat volgende stappen voor de verduurzaming van de energievoorziening op Ieperleekanaal zijn: het in beeld brengen van de warmteprofielen van de overige bedrijven en van het warmteverbruik in de stad, het in beeld brengen van alle warmteproductiemogelijkheden op de site en in de omgeving (op korte en lange termijn), het in beeld brengen van eventuele synergiemogelijkheden tussen Ieperleekanaal en de stad, en het scannen van de interesse van energiedienstverleners om een centraal warmtesysteem te ontwikkelen. Energiedienstverleners kunnen een rol spelen in alle stappen, al dan niet als onderdeel van een eerste consultatieronde van verschillende marktpartijen.



*Figuur 7.12: Distributie van het warmteprofiel op basis van bedrijfsactiviteit, van de bij wvi gekende kandidaat-kopers zoekende naar een bedrijfskavel binnen een straal van 10 km van het bedrijventerrein (aantal bedrijven)*



*Figuur 7.13: Overzicht van de potentiële aansluitingen voor een warmtenet en stadsdelen leper met grootste dichtheid warmteverbruik*

## 7.4. Conclusies uit de praktijkvoorbeelden

Parkmanagement op bedrijventerreinen kan het ontwerp van gebouwen en eventuele installaties voor het uitoefenen van bedrijfsactiviteiten ondersteunen. Ook tijdens exploitatie, kunnen bedrijven nog steeds een beroep doen op parkmanagement aangaande energiemaatregelen. Op heden biedt het Agentschap Ondernemen, de terreinontwikkelaars en -beheerders van *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* op haar beurt ondersteuning in de uitvoering van de quickscans naar rationeel energiegebruik. Dit laat toe dat parkmanagement eerder een rol van tussenpersoon en overkoepelende positie kan innemen, waardoor deze zich kan oriënteren op de gebiedseigen aspecten en op het detecteren van bijkomende opportuniteiten.

De voorziening in een centrale energie-installatie op een bedrijventerrein kan er voor zorgen dat een budget vrijkomt voor parkmanagement om te investeren in energie- en emissiemaatregelen, analoog aan een marge op raam- en mantelcontracten (zie onderdeel 2.5.). In dit parkmanagement kunnen bedrijven mee het beleid inzake emissies en energie bepalen en het budget zelf alloceren aan specifieke maatregelen, zoals studies, energiemonitoring, dienstverlening, onderhoud, investeringen, etc. Bedrijventerreinen met capaciteit tot het plaatsen van hernieuwbare energievoorzieningen kunnen bijgevolg niet alleen hernieuwbare energie voorzien voor de gevestigde bedrijven, maar staan bovendien een grotere dienstverlening toe aan bedrijven. Mogelijk kan dit ervoor zorgen dat meer bedrijven een bedrijventerrein verkiezen waarop aldus energieproductiecentrales kunnen geplaatst worden. Dit kan een terreinontwikkelaar extra motiveren om locaties te verkiezen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen die wel degelijk de mogelijkheid bezitten tot hernieuwbare energieproductie. Het ter beschikking stellen van inkomsten uit de energieproductie kan eveneens bestaande bedrijven over de streep trekken om zich tot de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* te vervoegen.

Een energieaanpak op bedrijventerreinniveau dringt zich op, gebaseerd op een ruimtelijk-exergetische analyse van het terrein en zijn omgeving, en gericht op zowel het energiegebruik als het potentieel tot hernieuwbare productie. Op die manier worden alle energiedata verzameld om energie- en emissiedoelstellingen en concrete maatregelen op te baseren, om de energetische voorzieningen op te selecteren en de concrete ontwikkeling te starten, alsook om de verdere ruimtelijke invulling van het bedrijventerrein te sturen.



## 8. Bouwstenen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie

Enkvist et al. (2008) stellen in The McKinsey Quarterly dat om bedrijven te helpen voordeel te halen uit de transitie richting een koolstofarme economie, hun managers de bedrijven alvast dienen te herpositioneren klaar voor het koolstofarme landschap en de nieuwe spelregels daarin. Een analogie zou kunnen getrokken worden door te stellen dat ook landen en regio's een competitief fysiek en operationeel kader dienen aan te bieden aan bedrijven om zich te ontwikkelen tot koolstofarme bedrijven, en hierbij in concurrentie te gaan op lokale of regionale tot internationale markten. Ook terreinontwikkelaars en terreinbeheerders krijgen aldus een taakstelling erbij bedrijventerreinen maximaal vorm te geven en uit te rusten om zo bedrijven de mogelijkheid te bieden zich klaar te maken voor de koolstofarme competitie. "Om ook op lange termijn concurrentieel te blijven moet Vlaanderen ruimte en economie beter op elkaar afstemmen. De uitbouw van een moderne kwalitatieve infrastructuur is daarbij essentieel." stelt het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (Deel 2 - III.3.1.1. (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap 2004)). Wereldwijd stimuleren overheden en ontwikkelaars bedrijven en industrieterreinen om een CO<sub>2</sub>-armere bedrijfsvoering te implementeren, alsook om innovatieve bedrijfsactiviteiten aan te trekken om zo de kiemen te leggen van een lokaal actieve en internationaal competitieve koolstofarme economie.

### 8.1. Bouwstenen voor een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening op bedrijventerreinen

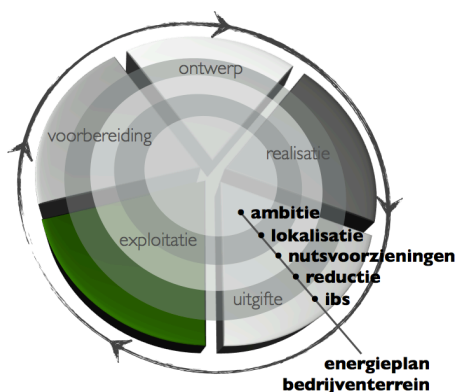
In onderhavig onderzoek werd de integrale aanpak van de energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissiereductie op bedrijventerreinen bestudeerd, met een focus op de energiebehoefte ter plaatse van het bedrijventerrein in elektriciteit en warmte. De doelstelling van een *CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening* ontroft zich als een fundamentele sturende ambitie in alle fasen van de ontwikkeling van bedrijventerreinen:

- als beheersprincipe voor ruimtelijke ordening en stedenbouw,
- als oriëntatieprincipe voor het ontwerp van terreinen,
- als regulerend/stimulerend/ondersteunend/participerend principe voor de uitgifte en het beheer.

De bouwstenen voor een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening binnen de onderzoeksgrenzen werden gedetecteerd, en zijn verspreid over de verschillende ontwikkelingsfasen van een bedrijventerrein. Vooreerst werd een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening vanuit de technologische hoek bekeken, met focus op de energie-efficiëntie van gebouwen en bedrijfsprocessen, en met focus op een hernieuwbare energievoorziening. Ook kwamen in hoofdstuk 4 een aantal basisprincipes aan bod inzake de barrières voor en stimulering van energiemaatregelen bij bedrijven. Vervolgens werd de praktijk van CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen in binnen- en buitenland bestudeerd, gericht op het stimuleren van het uitvoeren van

energiemaatregelen door bedrijven, in de vorm van het verplichten, het effectief stimuleren en het ondersteunen. Ten slotte kunnen energiematregelen eveneens voor en door een groep van bedrijven uitgevoerd worden, waardoor de scala aan mogelijke maatregelen nog vergroot, zoals duidelijk werd in hoofdstuk 6. Een resumerend overzicht van de bouwstenen werd opgenomen in Tabel 8.1. De uiteenzetting van deze elementen kan gevonden worden in de hoofdstukken 4, 5 en 6. De bouwstenen kunnen ingedeeld worden onder vijf principes (zie Figuur 8.1):

1. Het formuleren van een evolutief ambitieniveau inzake CO<sub>2</sub>-emissies en het toetsen van de ontwikkeling van het terrein aan dat ambitieniveau in elke fase.
2. Het lokaliseren van activiteiten in correlatie met de hernieuwbare energetische draagkracht van de locatie.
3. Het voorzien van performante nutsvoorzieningen en een compatibele ruimte voor lokale productie, opslag en uitwisseling van energie.
4. Het reduceren van het energiegebruik en het voorkomen van CO<sub>2</sub>-emissies op bedrijfsniveau en in de realisatie van het bedrijventerrein.
5. Het stimuleren en faciliteren van interbedrijfssamenwerking om optimalisatie van de energie- en emissieprestatie mogelijk maken.



*Figuur 8.1: Integrale aanpak van een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening op bedrijventerreinen*

Naarmate de uitstoot van broeikasgassen sterker gepenaliseerd zal worden, zal de kwaliteit van het terrein ook op de energieprestatie van de aangeboden bedrijfsruimte afgerekend worden. Een bedrijventerrein bepaalt immers vanuit een fysieke maar ook sociale context de kansen en barrières voor gevestigde bedrijven op vlak van een emissieloze energievoorziening. Wanneer niet louter enkele bedrijventerreinen hier geen goede kaarten op tafel kunnen leggen, kan ook Vlaanderen dit niet doen, en bijgevolg ook de bedrijven niet. De uitbouw van energieperformante bedrijfsruimte daarentegen kan ervoor zorgen dat ook de capaciteit opgebouwd wordt om aan het algemeen stringenter regulerende kader inzake energiegebruik en emissies te voldoen, zodat het tegelijk haalbaarder wordt om dit kader effectief stringenter te zetten en de omschakeling naar een koolstofarme economie verder te ondersteunen. Beide gaan hand in hand.

De grootste nadruk dient te liggen op het energieperformanter maken van de fysieke bedrijfsruimte omdat deze moeilijk achteraf aan te passen is: de onherroepelijkheid van de gebouwde omgeving (Hoffman 2010). De basis wordt al gelegd in de locatiekeuze voor een nieuw te ontwikkelen bedrijventerrein, door een site te selecteren met voldoende potentieel om het toekomstige energiegebruik te dekken met hernieuwbare energie. Vervolgens dient het ontwerp van het bedrijventerrein afgestemd te worden op energie-efficiëntie en op de inzet van lokale hernieuwbare energie. Toch kunnen ook op en voor bestaande bedrijventerreinen nog barrières voor energie-efficiëntie en hernieuwbare energieproductie gereduceerd worden, en toevoer van hernieuwbare energie verhoogd worden door acties op en naast het bedrijventerrein. Er is een belangrijke rol weggelegd voor de planingsverantwoordelijken in de regio van het bedrijventerrein om de energiegestuurde locatiekeuze en de voorziening van de bedrijventerreinen van hernieuwbare energie te steunen. Energiegestuurde ruimtelijke planning richt zich op het alloceren en afstemmen van bedrijventerreinen en bedrijven op basis van de energiekenmerken van de locatie en de bedrijven, en op het ruimte geven aan hernieuwbare energieproductie en energiedistributie. Omdat hier een voorname basis gecreëerd wordt voor het duurzame kwaliteitsbehoud van de bedrijventerreinen, dient



erover gewaakt te worden dat basiscriteria voor de aanleg van bedrijventerreinen hierop gericht worden, zelfs losstaand van een eventuele financiële ondersteuning vanwege de overheid.

Het is pas van tweede orde belang dat de faciliterende rol van de ontwikkelaar/beheerder zich toespitst op een evenwichtig verplichtend tevens stimulerend, ondersteunend en eventueel participierend terreinbeheer. Dit kader blijkt inderdaad nodig in de uitgifte van de bedrijfskavels, maar evenzeer tijdens de operationele fase. Het kan ook perfect geactiveerd worden op bestaande bedrijventerreinen, afgezien dan van de juridische mogelijkheden om verplichtingen op te leggen. Energiemanagement wordt op velerlei vlakken en niveaus als relevant beschouwd: in de gebouwen, in de processen, in de afstemming met hernieuwbare energieproductie en ten slotte als ondersteuning ter controle van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*. De meeste bedrijventerreinen in Vlaanderen zijn gemengde bedrijventerreinen, gekenmerkt door vestigingen van kleine en middelgrote ondernemingen waartussen zich enkele grootverbruikers situeren; evenwel ontbreekt het precies vaak een KMO aan tijd, kennis, expertise en kapitaal voor de detectie en uitvoering van energie-efficiëntiemaatregelen. Dit vormt een fundamenteel probleem; voor een duurzame strategie inzake energie-efficiëntie op bedrijventerreinen is dan ook een structurele oplossing nodig. Een gezamenlijk beheer van bijvoorbeeld energiemonitoring, kan kostenefficiëntie in de hand werken. Centrale duurzame energievoorzieningen zijn hiervan een materieel verlengstuk, met slimme elektriciteits- en warmtenetten, en collectieve/centrale energieproductie als concrete toepassingen, uitgebouwd op terreinniveau en/of op bouwblokniveau. In aanvulling op de basiscriteria van toepassing op de ruimtelijke ordening en het ruimtelijk ontwerp van elk bedrijventerrein, zou de financiële ondersteuning voor de aanleg en heraanleg van bedrijventerreinen dan meer aandacht besteden aan inspanningen van terreinontwikkelaars en -beheerders in dit extra regulerend/stimulerend/ondersteunend/participerend kader. Ook andere financiële ondersteuning van de Vlaamse Regering zou zich mede kunnen focussen op het niveau van bedrijventerreinen om zo het energiemanagement bij KMO's met tegelijk schaalvoordelen en lokale betrokkenheid te activeren.

Eén van de kernpunten in het proces van verduurzaming op bedrijventerreinen verdient hierbij zeker de aandacht, nl. de activering van de gevestigde bedrijven om deel te nemen aan het koepelmanagement van een terrein. Het uitgestippelde energie- en emissiebeleid van de terreinontwikkelaar en -beheerder kan op die manier beter afgestemd worden op de wensen van ondernemers, en bedrijven krijgen een actieve rol in het mee zoeken naar strategieën en het samen uitvoeren van maatregelen voor de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie op het bedrijventerrein. Het huidige regulerend kader inzake de financiële ondersteuning voor de (her)aanleg van bedrijventerreinen voorziet inderdaad een betrokkenheid van bedrijven in het terreinbeheer. Hiermee kan ook een aanzet gegeven worden voor meer samenwerking op een terrein rond non-core activiteiten. De energiegestuurde ruimtelijke planning voedt eveneens ambitiedoelstellingen en concrete maatregelen op bedrijventerreinen, én omgekeerd.

*Tabel 8.1: Bouwstenen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen voor een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening*

Bouwstenen voor CO <sub>2</sub> -reductie	Vorbereidende fase	Conceptiefase	Realisatiefase	Uitgiftefase	Exploitatie-, beheer- en handhavings-fase
<p><b>1</b></p> <p><b>Ambitieniveau voor energievoorziening en CO<sub>2</sub>-emissie-reductie toetsen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse huidige energie- en emissie-doelstellingen vanuit overheden én verwachte doelstellingen tegen jaar van oprichting bedrijfs-gebouwen en exploitatie van bedrijven</li> <li>Formuleren ambitieniveau voor bedrijventerrein</li> <li>Toetsen van ambitieniveau aan ruimtelijke exergie-structuur</li> <li>Creëren van draagvlak bij overheden, nutsmaatschap-pijen, bedrijven, energiedienst-verleners, etc.</li> <li>Ambitieniveau formeel vastleggen</li> <li>Toewijzen verantwoordelijkheden voor toetsen project aan ambitieniveau en bredere duurzame kwaliteit bij samenstelling projectteam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toetsen van ontwerp aan ambitieniveau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toetsen van realisatie aan ambitieniveau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toetsen van uitgiftestrategie en kandidaat-kopers aan ambitieniveau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toetsen van toestand bedrijventerrein op vlak van energiegebruik, -voorzieningen en CO<sub>2</sub>-emissies aan ambitieniveau</li> <li>Bijsturen van bedrijven indien nodig</li> <li>Geleidelijk optrekken ambitieniveau</li> <li>Activeren van ondernemers bij opstellen van ambitieniveau en strategisch traject, en opvolging</li> </ul>

Bouwstenen voor CO <sub>2</sub> -reductie	Vorbereidende fase	Conceptiefase	Realisatiefase	Uitgiftefase	Exploitatie-, beheer- en handavings-fase
<p><b>2</b></p> <p><b>Energie-profielen activiteiten en locatie afstemmen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse van het energiegebruik van de bedrijfstakken/bedrijven met aangegeven nood aan bedrijfsruimte</li> <li>Analyse energiedraagkracht via lokale energieproductie en -distributie van sites voor inplanting bedrijventerrein, overeenstemmend met ambitieniveau, en keuze van geschikte locatie</li> <li>Selectie van energiegebruikstypes voor geselecteerde site voor bedrijventerrein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ontwerp van terrein in functie van verwachte activiteiten en energiegebruik</li> <li>In geval van meerdere energiegebruikstypes van verwachte activiteiten, bouwblokken eventueel naar energiegebruikstype differentiëren</li> <li>Beschrijven energieprofielen verschillende kavels, bouwblokken en terrein, ter ondersteuning van uitgifte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bekendmaking bedrijventerrein met toelichting selectie van energiegebruikstypes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opname van selectie van energiegebruikstypes en energetische draagkracht van site in bestemmingsvoorschriften</li> <li>Analyse van het energiegebruik van kandidaat-kopers</li> <li>Kaveltoewijzing op energieprofiel kandidaat-koper</li> <li>Activiteiten met complementair energiegebruik aantrekken</li> <li>Stimuleer de integratie van hernieuwbare energie in de processen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toetsen energiegebruik van nieuwe activiteiten bij doorverkoop</li> <li>Bijsturen van verkoop indien nodig</li> </ul>

Bouwstenen voor CO <sub>2</sub> -reductie	Vorbereidende fase	Conceptiefase	Realisatiefase	Uitgiftefase	Exploitatie-, beheer- en handhavings-fase
<p><b>3</b></p> <p><b>Energetische nutsvoorzieningen op bedrijventerrein voorzien</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse van mogelijkheden voor terreinoverkoepelende energieproductie en -opslag op bedrijventerrein</li> <li>Analyse van mogelijkheden voor kleinschalige energieproductie en opslag op bedrijfskavels</li> <li>Overleg met netbeheerder en analyse van capaciteit van elektriciteitsnet voor injectie lokale elektriciteitsproductie</li> <li>Analyse van mogelijkheden voor warmtenet op terrein en connecties met omgeving</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ontwerp bedrijventerrein voor mogelijke terreinoverkoepelende energieproductie, -opslag en -distributie</li> <li>Optimaliseer kavels, bouwblokken en terrein, en stedenbouwkundige voorschriften voor hernieuwbare energieproductie via terreinoverkoepelende installaties en installaties op kavels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse beheersstructuur en eventuele samenwerking met derden</li> <li>Aanleg van slim elektriciteitsnet</li> <li>Eventuele aanleg slim warmtenet op terreinniveau, bouwblok-niveau of in bedrijfsverzamelgebouw</li> <li>Technische en ruimtelijke, financieel-economische en fiscale uitwerking en oprichting van terreinoverkoepelende energieproductie-installaties</li> <li>Installatie CO<sub>2</sub>-neutrale straatverlichting</li> <li>Bekendmaking bedrijventerrein met toelichting energie- en emissiefaciliteiten en voordelen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verplicht, stimuleer en ondersteun oprichting van hernieuwbare energieproductie op bedrijfskavels</li> <li>Verplicht/ stimuleer gebruik van collectieve energievoorzieningen</li> <li>Rechten voor gebruik van private kavels voor energieclustering en collectieve energieinstallaties</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stimuleer hernieuwbare energieproductie op bedrijfskavels</li> <li>Verplichtingen controleren en zonodig afdwingen</li> </ul>
<p><b>4</b></p> <p><b>Energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissie voorkomen</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimaliseer kavels, bouwblokken en terrein, en stedenbouwkundige voorschriften voor het voorkomen van energiegebruik in de gebouwen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realiseer energieperformante (bedrijfverzamel)gebouwen, beter dan eisen op het terrein, door benutten van voordelen door grotere schaal en compactere gebouwen</li> <li>Aanstellen aannemer op basis van carbon footprints van kandidaten en projectemissies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verplicht, stimuleer en ondersteun ontwerp van energiezuinige gebouwen en installaties</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissies van bedrijven monitoren</li> <li>Potentiële energie- en emissie-maatregelen detecteren en ondersteunen</li> <li>Stimuleer reductie van energiegebruik door bedrijven</li> <li>Verplichtingen controleren en zonodig afdwingen</li> </ul>

Bouwstenen voor CO <sub>2</sub> -reductie	Vorbereidende fase	Conceptiefase	Realisatiefase	Uitgiftfase	Exploitatie-, beheer- en handavings-fase
5  Energie-clustering stimuleren en faciliteren				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potentiële energie-samenwerking reeds aftoetsen tijdens uitgifte</li> <li>• Activeren van bedrijven in beheer nuts-voorzieningen via rol in park-management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detectie van opportuniteiten voor energie-clustering</li> <li>• Ondersteunen van uitwerking energie-clustering</li> </ul>

## 8.2. Overzicht van de voornaamste keuzes voor de ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen

Het is goed finaal nog even opnieuw uit te zoomen en de opbouw van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit op de bedrijventerreinen te herbekijken. De voornaamste keuzes die gemaakt dienen te worden situeren zich in vier richtingen (zie ook Figuur 8.2):

1. De definiëring van het begrip CO<sub>2</sub>-neutraliteit in het kader van de duurzame aanleg en het duurzame beheer van bedrijventerreinen.
2. De opzet van de benadering van de bedrijven en de interbedrijfssamenwerking ter stimulering van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit.
3. De opzet van de benadering van de bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders ter stimulering van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit.
4. De wijze van het beheer van het CO<sub>2</sub>-emissiemanagement op de bedrijventerreinen en de strategievorming tot CO<sub>2</sub>-emissiereductie.

Vooreerst is de omschrijving van de zogenaamde CO<sub>2</sub>-neutraliteit noodzakelijk ter toepassing voor en op bedrijventerreinen. Het gaat erom de emissiebronnen die vallen onder de CO<sub>2</sub>-neutraliteit te definiëren, via het aanwijzen van specifieke bronnen of via het aangeven van eerder gedefinieerde scopes van emissies - ISO 14064 of Bilan Carbone bijvoorbeeld. De toegelaten maatregelen om tegemoet te komen aan de CO<sub>2</sub>-neutraliteit dienen eveneens omschreven te worden: het kan gaan om het effectief neutraliseren van CO<sub>2</sub>-emissies via interne maatregelen of compensatiemaatregelen, maar het kan eveneens gaan om het reduceren van de CO<sub>2</sub>-emissies/het energiegebruik, of om het analyseren (de carbon footprint). Laatst dient de groep van bedrijventerreinen en bedrijven omschreven te worden die vallen onder de CO<sub>2</sub>-neutraliteitsregeling. Hierbij dient dan ook het aanvangsmoment van de CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting gedefinieerd te worden. Verschillende modaliteiten kunnen naast elkaar bestaan voor nieuwe en bestaande bedrijven, en voor nieuwe en bestaande bedrijventerreinen, maar tevens afhankelijk van de emissiebronnen en de toegelaten maatregelen.

De benadering van de bedrijven en de interbedrijfssamenwerking inzake de effectieve toepassing van de CO<sub>2</sub>-emissiereductie dient vormgegeven te worden, door de Vlaamse regulator als basisrichtlijnen, en door de lokale stakeholders inzake bijkomende modaliteiten. Bedrijven en interbedrijfssamenwerking kunnen ondersteund worden, door informatievoorziening, door het aanleveren van de nodige instrumenten, door het aangeven van concrete maatregelen tot optimalisatie van de energie- en emissieprestatie, en door het verhogen van de rendabiliteit van energie- en emissie maatregelen. Ondernemingen kunnen verder aangezet worden tot het nemen van energie- en emissie maatregelen, door het opstellen van minimumeisen of door financieel of praktisch belonen. In samenhang met verplichte of beloonde uitvoering van maatregelen staat controle en handhaving.

Controle kan gebeuren door de uitvoering van concrete maatregelen te verifiëren en door het CO<sub>2</sub>-emissieprofiel (carbon footprint) te verzoeken.

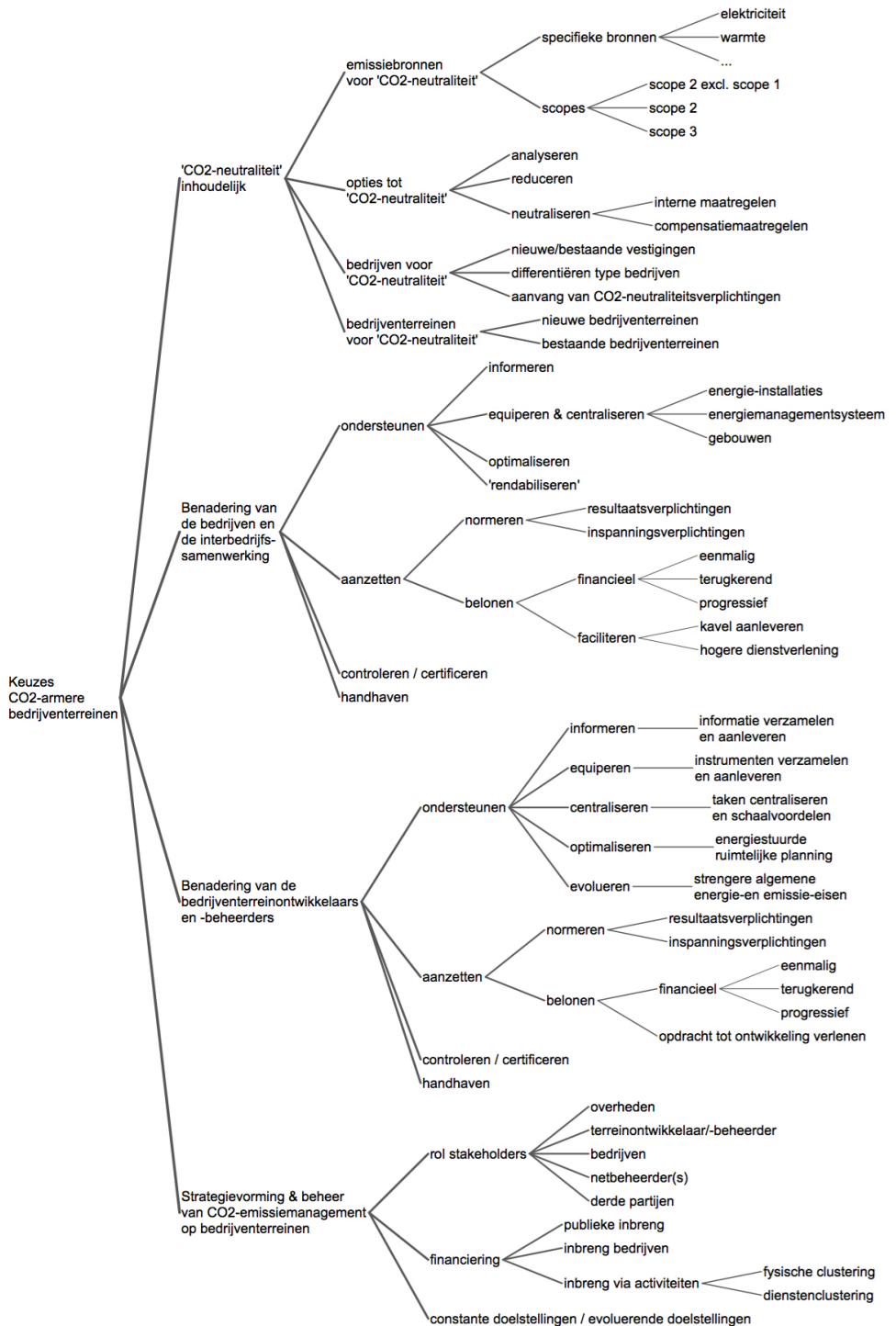
Een gebiedsgerichte aanpak waarin lokale kansen tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* maximaal benut worden en rekening gehouden wordt met de lokale barrières en stakeholders, kan alleen door het eveneens motiveren en equiperen van bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders. Een volledig analoge uitwerking kan in feite gegeven worden aan de benadering van ontwikkelaars en -beheerders als voor de benadering van bedrijven.

Zo kunnen terreinontwikkelaars en beheerders ook ondersteund worden zoals bedrijven. Ten eerste kan dit door het informeren, via het centraal verzamelen van informatie door de Vlaamse administratie bevoegd voor de subsidieverlening en het zo gericht als mogelijk informatie verstrekken. Ten tweede kunnen ze ondersteund worden door het aanreiken van instrumenten, bijvoorbeeld een standaard minimum *CO<sub>2</sub>-neutraliteitskader* of een centraal vormgegeven/aanbesteed energiemonitoringsysteem en *CO<sub>2</sub>-neutraliteitcontrolesysteem*. Ten derde kan dit door het centraliseren, bijvoorbeeld van het uitvoeren van quickscans voor rationeel energiegebruik of door het leiden van workshops tot energieclustering door één Vlaamsbrede organisatie. Ten vierde kunnen ontwikkelaars ondersteund worden door het mede optimaliseren door andere betrokken partijen, via een lokaliserings van bedrijventerreinen en bedrijven op basis van een energiestuurde ruimtelijke planning. Ten vijfde en ten laatste kunnen ontwikkelaars en beheerders gesteund worden door het evolueren van het algemene regelgevend kader voor energiegebruik en emissies.

Net zoals bedrijven kunnen ontwikkelaars en beheerders verder aangezet worden tot de uitbouw van een emissieperformante bedrijfsruimte door het formuleren van inspanningsverplichtingen en van resultaatsverplichtingen. Ontwikkelaars en beheerders kunnen basisverplichtingen meegegeven worden geldig voor elke ontwikkeling van een bedrijventerrein, te vergelijken met de verplichting tot het opstellen van een energieplan of energiestudie, of kunnen ook beloond worden, te vergelijken met de Benchmarking en Auditconvenanten, ditmaal een onrechtstreekse ondersteuning voor de vele KMO's op de gemengde bedrijventerreinen voor het nemen van energie- en emissie maatregelen. Ontwikkelaars en beheerders kunnen financieel beloond worden, zoals door het verstrekken van een eenmalige subsidie voor werken en diensten, of terugkerende subsidies voor het energiemangement op bedrijventerreinen. Ze kunnen eveneens beloond worden door het effectief verlenen van de opdracht tot ontwikkeling van het bedrijventerrein, m.a.w. een concurrentie wordt gestimuleerd voor de aanleg van bedrijventerreinen, te vergelijken met de concurrentie tussen bedrijven om een bedrijfskavel. De subsidiegraad kan ook opgetrokken worden naarmate de terreinontwikkelaars/-beheerders meer maatregelen ter ondersteuning van de CO<sub>2</sub>-emissiereductie van bedrijven nemen.

Controle en bekendmaking van de inspanningen van ontwikkelaars en beheerders kan in analogie gebeuren door de uitvoering van concrete maatregelen te verifiëren, maar ook door het energie- en emissieprofiel van het bedrijventerrein op te stellen, m.a.w. door labeling van bedrijventerreinen uit te werken: na EPB en EPC ook het EPS van EnergiePrestatieSites waaraan inspannings- en resultaten criteria verbonden zijn.

Een vierde belangrijk punt betreft de wijze waarop het beheer van het CO<sub>2</sub>-emissie management en het vormgeven van de energie- en emissiedoelstellingen en strategieën georganiseerd en gedefinieerd worden. De rol van de stakeholders dient bepaald te worden, mede afhankelijk van de lokale context: van overheden, van de terreinontwikkelaar/-beheerder, van de bedrijven, van de netbeheerder(s), van derde partijen als energiedienstverleners, etc. Dit vraagstuk stelt zich in het kader van de algemene doelstellingen en strategieën en het algemene beheer, maar ook telkens in het geval van specifieke projecten/voorzieningen. Ook de financiële inbreng in het energiebeheer dient bekeken te worden: publieke inbreng, inbreng van bedrijven, inbreng via concrete clusterprojecten of centrale voorzieningen.



Figuur 8.2: Overzicht van voornamelijk basiskeuzes in de CO<sub>2</sub>-neutraliteit op bedrijventerreinen

In januari 2011 telt het Agentschap Ondernemen, bevoegd voor de financiële ondersteuning van de (her)aanleg en het beheer van bedrijventerreinen via het SB2007, 30 subsidiedossiers (Slabbinck 2011). Tabel 8.2 resumeert waar het huidige regulerende kader, de huidige praktijk op de terreinen, en de perspectieven voor de verder uitbouw van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* zich situeren.

*Tabel 8.2: Perspectieven voor verdere evolutie binnen de vier keuzerichtingen voor de ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen*

Vier evolutierichtingen	Regulerend kader (SB2007/MB2007/MB2009)	Praktijk op heden	Perspectieven ter verdere toepassing
<b>CO<sub>2</sub>-neutraliteit inhoudelijk</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• emissiebronnen : elektriciteit</li> <li>• opties : neutraliseren</li> <li>• bedrijven : nieuwe vestigingen</li> <li>• bedrijventerreinen : nieuw aangelegde en heraanlegde bedrijventerreinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• emissiebronnen : elektriciteit en warmte</li> <li>• opties : analyseren (beide), reduceren (beide) en neutraliseren (electriciteit)</li> <li>• bedrijven : idem</li> <li>• bedrijventerreinen : idem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• emissiebron : elektriciteit, warmte, overige emissies (scope 2 of scope 3)</li> <li>• opties : analyseren (scope 2 of scope 3), reduceren (scope 2 of scope 3) en neutraliseren (electriciteit en warmte)</li> <li>• bedrijven : nieuwe en bestaande vestigingen; scope 2 voor kleine ondernemingen, scope 3 voor middelgrote tot grote ondernemingen</li> <li>• bedrijventerreinen : nieuwe en bestaande bedrijventerreinen (wegnemen barrières tot lokale energieproductie, energiesamenwerking, opstarten energimanagement,...)</li> </ul>
<b>Benadering van de bedrijven en interbedrijfs-samenwerking</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aanzetten : resultaatsverplichting</li> <li>• controleren : manueel</li> <li>• handhaven : terugvordering, indeplaatsstelling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ondersteunen : informeren, optimaliseren (quickscans bedrijfsinterne REG-maatregelen), rendabiliseren (GSC, WKC, ...)</li> <li>• aanzetten : inspanningsverplichting (quickscans bedrijfsinterne REG-maatregelen), resultaatsverplichting (REG-maatregelen, CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik), belonen via kaveltoekenning</li> <li>• controleren : manueel</li> <li>• handhaven : terugvordering, indeplaatsstelling, schadebeding</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ondersteunen : ook door informeren inzake samenwerkingsmogelijkheid en, door instrumenteren (energie-installaties, energiemonitoring, energieprestatie gebouwen), verder rendabiliseren (bijv. groene warmte, restwarmte, risicodekking,...) incl. van energiesamenwerking</li> <li>• aanzetten : ook belonen door hogere dienstverlening</li> <li>• controleren : automatische registratie, via jaarlijkse carbon footprint (scope 2 of scope 3)</li> <li>• handhaven : terugvordering, indeplaatsstelling, verhoogde energimanagement-bijdrage</li> </ul>



Vier evolutierichtingen	Regulerend kader (SB2007/MB2007/MB2009)	Praktijk op heden	Perspectieven ter verdere toepassing
<b>Benadering van de bedrijventerrein- ontwikkelaars en -beheerders</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aanzetten : geen verplichtingen voor aanleg en beheer van bedrijventerreinen, tenzij indien financiële ondersteuning - dan inspanningsverplichting (inrichtingsplan, uitgifteplan, beheersplan, deelplan CO<sub>2</sub>-neutraliteit) en resultaatsverplichting (CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik), belonen via eenmalige subsidie voor aanleg en beheer</li> <li>• controleren : manueel</li> <li>• handhaven : terugvordering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ondersteunen : informeren, instrumenteren (vb. deelplan CO<sub>2</sub>-neutraliteit), centraliseren (quickscans REG gebouwen)</li> <li>• aanzetten : idem</li> <li>• controleren : nog niet opgestart</li> <li>• handhaven : nog niet opgestart</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ondersteunen : verder informeren (nieuwe praktijken dissemineren), instrumenteren (vb. energiemonitoringsysteem ook voor automatische controle CO<sub>2</sub>-neutraliteit), centraliseren, optimaliseren (energiegestuurde ruimtelijke planning), evolueren (strengere EPB-eisen, strengere milieuvergunningseisen,...)</li> <li>• aanzetten : formuleren basisverplichtingen voor elke ontwikkeling, optrekken inspannings- en resultaatsverplichtingen in geval van financiële ondersteuning, ook belonen door terugkerende subsidie voor energiemangement, progressieve subsidiegraad, verlening opdracht tot ontwikkeling terrein</li> <li>• controleren : energielabeling van bedrijventerreinen (prestatie ladder)</li> <li>• handhaven : vb. terugvordering deel subsidies voor aanleg, aanstellen andere beheerder,...</li> </ul>
<b>Strategievorming en beheer van energie- management</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rol stakeholders : bedrijven dienen te worden betrokken bij het terreinbeheer</li> <li>• financiering : eenmalige subsidie voor beheer bedrijventerrein</li> <li>• doelstellingen : constant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rol stakeholders : ontwikkelende overheid en terreinontwikkelaar bepalen kader CO<sub>2</sub>-neutraliteit</li> <li>• financiering : idem</li> <li>• doelstellingen : constant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rol stakeholders : bedrijven betrekken bij strategievorming en beheer energiemangement als deel van parkmanagement, ook rol voor netbeheerders (stimulering REG - Art. 6.4.1 (Vlaamse Regering 2010)), energiedienstverleners</li> <li>• financiering : terugkerende subsidie voor energiemangement op terrein (als equivalent van convenanten voor grote verbruikers), inbreng bedrijven (vb. op basis van emissie), inbreng via activiteiten (marge op energieproductie en distributie naar beheer energiemangement)</li> <li>• doelstellingen : evolutief</li> </ul>

### 8.3. Omkadering van CO<sub>2</sub>-neutraliteit

Bovenstaand inzicht in de voornaamste keuzes en dus ontwikkelingsrichtingen van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit laten toe ter afsluiting stil te staan bij een aantal meer fundamentele aanvullingen op de CO<sub>2</sub>-neutraliteitsregeling op bedrijventerreinen, met name de selectie van bedrijventerreinen die de aandacht voor energiemaatregelen dienen op te nemen, de link van de CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening met andere broeikasgasemissies, en de link tussen de CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen en de verdere economische en socio-technische ontwikkeling.

### 8.3.1. Bestaande bedrijventerreinen voor energiebeheer...

Een kritiek die kan gegeven worden op *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* is dat er een discriminatie zou ontstaan tussen bedrijven op reeds bestaande bedrijfsruimte en bedrijven op nieuwe bedrijventerreinen. In dit verband kan vooral richting de strengere eisen worden gewezen en zouden bedrijven de voorkeur kunnen geven aan terreinen dewelke nog ontwikkeld werden voordat de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* in voege trad. Het zou eventueel kunnen aangehaald worden dat (energie-intensievere) bedrijven op *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* een concurrentienadeel zouden kunnen ondergaan ten opzichte van (energie-intensievere) bedrijven die zich niet op een dergelijk terrein situeren.

Dergelijke kritiek gaat echter grotendeels voorbij aan de verlengde financiële tussenkomst van de Vlaamse Regering in de aanleg van nieuwe bedrijventerreinen en de herontwikkeling van bestaande terreinen, dewelke initieel een kostenvoordeel genereert. Bovendien blijkt uit de praktijk dat groene stroom zelfs goedkoper op de markt kan gekocht worden dan grijze stroom (zie onderdeel 4.2.4.2.). De lagere kavelprijs kan daarenboven verhoogde investeringslasten ten gevolge van de *CO<sub>2</sub>*-emissiereductie-eisen ook verdedigen. Anderzijds kan wel gesteld worden dat indien door het kader van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, eventueel netto toch verhoogde kosten in zekere omstandigheden zouden voortvloeien, bedrijven op de lange termijn toch worden gediscrimineerd ten opzichte van andere bedrijven. De discriminatie tussen bedrijven op oude en nieuwe bedrijventerreinen wordt echter verminderd door de veelvuldig voorkomende extra diensten door of in opdracht van de beheerder op *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* en door de betrachtingen een energieperformanter bedrijventerrein aan te bieden, die beide gericht zijn op het verminderen van de energiekost. Het voortdurend sterker penalisierend *CO<sub>2</sub>*-kader, door de eventuele toepassing van carbon footprint-eisen door de overheid, business partners of consumenten, zal het huidige eventueel bestaande voordeel voor bedrijven op oude terreinen ook snel kunnen omkeren in het voordeel van bedrijven op de *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen*, tenminste als die terreinen en de voorzieningen erop inderdaad een verschil kunnen maken. Alsdan zijn een goed gebouwwontwerp en energie-efficiënte installaties, alsook de energiemanagement-ondersteuning van de terreinbeheerder, een sterk voordeel voor de *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijven*. Ook zullen dergelijke terreinen waar het ruimtelijke en stedenbouwkundige ontwerp en het parkmanagement ondersteunend zijn voor emissiereducties bij de bedrijven net gewenst zijn. Enkel dergelijke terreinen zijn voorzien op de aankomende koolstofarme economie en vormen een performant operationeel kader voor de bedrijven. *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* zullen dan ook wellicht gemiddeld minder snel economisch verouderen.

Hoewel strenge eisen inzake een duurzaam energiegebruik eveneens kunnen verdedigd worden op basis van het algemene rechtsbeginsel 'de vervuiler betaalt', zouden deze dan ook dienen toegepast te worden op alle bedrijven en niet alleen op die bedrijven dewelke op een recent bedrijventerrein zijn gevestigd. In elk geval maken de voorbeelden van de doorgelichte bestaande bedrijventerreinen in hoofdstuk 5 en de casussen in hoofdstuk 7 duidelijk dat er kansen liggen voor energiemanagement op bedrijventerreinniveau op bestaande bedrijventerreinen. Met de ervaring die nu wordt opgebouwd inzake werking en het nodige beheer van *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, inclusief flankerende maatregelen en de rol van de terreinbeheerder, zou bovendien op korte termijn de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* kunnen uitgebreid worden tot alle bedrijventerreinen, of zou zoals in Nederland de uitvoering van alle energie-investeringen met een terugvriendenperiode van maximum 5 jaar op Vlaams niveau kunnen opgelegd worden. Dit vraagt dan wel de activering van het parkmanagement op alle bedrijventerreinen dat zich richt tot de optimalisering van de energie-efficiëntie en hernieuwbare energieproductie op en voor het bedrijventerrein. Op deze manier kan men op lokaal niveau de verschillende bedrijventerreinen optimaliseren, d.w.z. de gebiedsgerichte aanpak van de nieuwe bedrijventerreinen doortrekken naar de bestaande terreinen, waar grotere emissies geconcentreerd liggen. In een sterker penalisierend emissiekader kan eveneens een bottom-up vraag ontstaan van bedrijven op een bedrijventerrein naar een lokaal parkmanagement dewelke de performantie van het bedrijventerrein aanpakt gericht op emissiereducties. Bedrijven kunnen bereid zijn financieel te participeren voor dergelijke terreininitiatieven, dewelke een samenwerking tussen bedrijven zou kunnen stimuleren, terwijl andere bedrijven dan weer niet, of misschien hierin freeridergedrag vertonen. Dit

vraagt echter een specifieke aanpak, mogelijk met een Business Improvement District (BID) als instrument (zie Kaders 2.1 en 8.1).

**Kader 8.1: Business Improvement Districts voor CO<sub>2</sub>-reductie?**

Een BID kan ingezet worden om velerlei taken uit te voeren, bijgevolg ook om terreingebonden en bedrijvensclustergebonden maatregelen ter reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie te onderzoeken en eventueel uit te voeren. De financiering van een BID komt van de bedrijven zelf, bepaald op basis van een of meerdere verdeelsleutels (bijvoorbeeld a rato van de scope 1 en 2 CO<sub>2</sub>-emissies), eventueel mee ondersteund door publieke financiering, fiscale voordelen en/of een operationele of financiële bijdrage van de terreinbeheerder indien die aanwezig is. De bedrijven beslissen zelf welke maatregelen zij verkiezen te onderzoeken en uit te voeren.

### 8.3.2. De introductie van de carbon footprint als instrument...

In navolging van de opgelegde maar enge *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, zetten de meeste bedrijventerreinontwikkelaars en beheerders een kader om een duurzame energievoorziening te bewerkstelligen. Daarbij gaan een aantal ontwikkelaars en beheerders zo ver als enigszins haalbaar en verkoopbaar lijkt. Hoe ver de inspanningen reiken in het broeikasgasprofiel van bedrijven (carbon footprint) wordt op heden echter niet geverifieerd, niettegenstaande dat een effectieve en sterke emissiereductie dient bekomen te worden tussen nu en 2050. Daarenboven kan het zijn dat een bedrijf veel kosten-efficiënter en meer emissies kan reduceren door het bredere spectrum te aanschouwen dan louter het energiegebruik - herinner inderdaad het soms heel beperkte aandeel van de scope 2-emissies (zie Kader 4.1).

De *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* betekent de start van een ontwikkelingsproces van bedrijventerreinen gebaseerd op (een deel van) de carbon footprint van bedrijven. Ten opzichte van de volledige uitstoot van broeikasgasemissies is de scope van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* op de Vlaamse bedrijventerreinen echter erg beperkt. Het regulerend kader focust in de termen van de ISO 14064 enkel op scope 2, bovendien slechts indien geen andere utilities dan elektriciteit geleverd worden door derden. Waar The Greenhouse Gas Protocol, de ISO 14064, het Bilan Carbone en de PAS 2060 starten bij de emissies van de eigen bronnen of bronnen die onder eigen controle staan, wordt aan scope 1 of de 'interne scope' in de omschrijving van *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* in de Vlaamse subsidieregeling voor *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* volledig voorbij gegaan. Nochtans wordt voor het opstellen van het inrichtingsplan voor de ontwikkeling van het bedrijventerrein ook expliciet gevraagd naar duurzame maatregelen met betrekking tot het gebruik van materialen, de bedrijfsprocessen en de mobiliteit (SB2009 Art. 7). Zowel bedrijven als terreinontwikkelaars worden dus geacht verder te gaan met CO<sub>2</sub>-reductie dan louter de emissiereductie van de elektriciteits- en warmtevoorziening. Het gebrek aan aandacht hiertoe is echter eveneens te wijten aan het gebrek aan duidelijke en afdwingbare richtlijnen terzake.

Tabel 8.3: Toepassingen van *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* binnen bedrijven?

	Behoeftereductie	Efficiëntieverhoging	Hernieuwbare input	Emissieopname
Gebouw	Juiste capaciteit gebouw	REG gebouw-HVAC-apparaatuur	Hernieuwbare opwek elektriciteit-verwarming-koeling	Hernieuwbare opwek met overcapaciteit - levering aan de buurt Groenvoorziening

	Behoeftereductie	Efficiëntieverhoging	Hernieuwbare input	Emissieopname
Proces	Procesoptimalisatie	REG processen Hergebruik restwarmte en restkracht		Gebruik van broeikasgassen in atmosfeer als grondstof in productie
Product	Dematerialisatie (reductie massa, volume, product- dienstcombinaties) Substitutie van schaarse materialen	Energiezuinig product met gereduceerde emissies bij gebruik Lange levensduur	Product/dienst op hernieuwbare energie Cradle to Cradle- product: hernieuwbare materialen (technologisch of biologisch)	Product gebruikt broeikasgassen in atmosfeer bij werking?
Transport	Reductie transportvolume, - massa, -afstand Reductie woon- werkverkeer, werkverkeer, klantenverkeer	Emissiearme transportmodi REG voertuigen	Hernieuwbare brandstoffen, groene stroom	Batterij functioneert als opslag voor hernieuwbare energie - verhoogt dekking hernieuwbare energie
Keten	Performantiecriteriën aan toeleveranciers en afnemers			

Met het betrekken van het instrument van de carbon footprint, zouden de verder gaande inspanningen op bedrijventerreinen duidelijker gepositioneerd en geëvalueerd kunnen worden. Als basisinstrument is de carbon footprint breed inzetbaar en laat het vele opties toe. Net zoals de enge *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* brede opties toelaat ter uitvoering, en ontwikkelaars en beheerders toelaat toch een eigen beleid uit te stippelen binnen die contouren, kan de carbon footprint een basis leggen voor verder gaande inspanningen van ontwikkelaars, beheerders maar ook bedrijven. Gesteund door internationale normen als de ISO 14064 en de PAS 2060, beweegt het instrumentarium zich bovendien richting internationale uniformiteit en optimale marktwerking.

De kracht van de carbon footprint is dat de emissiereducties kunnen berekend worden en geplaatst worden in hun context. The Carbon Trust, The GHG Protocol en het Bilan Carbone onderstrepen elk de voordelen van een bredere aanpak van het volledige emissieprofiel (World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute 2004; ADEME 2007b; The Carbon Trust 2007). Hoe uitgestrekter de mogelijke emissiebronnen, des te meer kansen er liggen om de emissies te reduceren op een kosten-efficiënte wijze. Bovendien ondervangt dit de mogelijke koolstoflek uit de rapportage (zie onderdeel 1.2.1.).

De aanpak van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* is nu in feite fundamenteel verschillend van een kosten-efficiënte aanpak die gericht is op effectieve reducties. Waar de huidige aanpak focust op de bronnen van emissies puur naargelang het type bron - zoals elektriciteitsopwekking, elektriciteitsverbruik, warmteverbruik, warmteopwekking op heden, misschien mobiliteit in de toekomst enz. - is een aanpak vanuit de carbon footprint er een die eerst de meest kosten-effectieve bron aanpakt, rekening houdende met technische, financiële, ruimtelijke en andere randvoorwaarden. Waar in de eerste aanpak het type van bron centraal staat, staat in de tweede aanpak de emissiereductie zelf centraal. Een gegeven dat bijvoorbeeld 20% van de emissies over tien jaar gereduceerd dienen te worden, is radicaal verschillend dan dat over tien jaar de emissie van een of meerdere bronnen neutraal dienen te zijn, want over welke emissies spreken we dan eigenlijk relatief ten opzichte van het totaal?

Wanneer de carbon footprint zelf centraal staat, zullen in het eenvoudigste geval scope 1 en 2 het voorwerp van regelgeving en actie uitmaken, t.t.z. de emissies van eigen bronnen en de emissies veroorzaakt door de productie van aangekochte utilities. Een volledige neutraliteit lijkt hier ambitieus maar niet onmogelijk, temeer omdat neutraliteit in scope 1 dikwijls moeilijk zal zijn zonder compensatiemaatregelen, bijvoorbeeld vanwege brandstofverbruik van eigen of geleasde voertuigen. Ook kan dit de concurrentiepositie mogelijk schaden wanneer bijvoorbeeld transport een groot deel uitmaakt van de emissies. Anderzijds tonen meer en meer bedrijven aan dat de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* van scope 1 en 2 in de praktijk ook haalbaar is, zelfs postbedrijven die in feite ook transporteurs zijn. Aldus

zou een neutraliteit van scope 1 en 2 zeker al het voorwerp kunnen zijn van een stimulerend en belonend stelsel op bedrijventerreinen. Tegelijkertijd kunnen met de berekening van de carbon footprint van scope 1 en 2, ook de scope 3-emissies van een bedrijf meegenomen worden, en daarmee de positie van het bedrijf inzake het emissieprofiel, het risicoprofiel en de desbetreffende kansen naar boven komen.

In het meest omvattende scenario wordt het volledige speelveld van scope 3 beter erkend in het reglementair kader. Weliswaar heeft dit ambitieniveau ook zijn weerslag op de noodzaak en omvang van de verificatie die noodzakelijk is op toegeëigende emissiereducties, en verhoogt dit de kosten en administratie. Aldus kan een gediversifieerde aanpak van grote en kleine emitters, zoals met de Benchmarking- en Auditconvenanten, opnieuw geoorloofd zijn. Hierbij kan het Benchmarking-convenant, dat in 2011 dient heronderhandeld te worden, zich toeleggen op de carbon footprint scope 3, terwijl voor kleine emitters enkel tot scope 2 in rekening gebracht wordt. Convenantbedrijven kunnen dan extra emissiereducties ondersteunen bij de kleinere emitters, om zich de reducties te kunnen toeëigenen binnen de eigen inspanningen, terwijl kleine emitters al dan niet zelf de reductie binnen hun scope 2 dienen te bewerkstelligen. Hierbij is sprake van een volledige ketenstrategie, zoals die al wordt toegepast in Nederland op vlak van energie-efficiëntie-afspraken tussen de industrie en de overheid (McKinsey & Company 2009b). Grote ondernemingen worden daarmee toegelaten KMO's in hun waardeketen bij te staan tot reducties in hun carbon footprint. Bovendien kunnen emissiereducties zelfs uitgevoerd worden bij bedrijven in de waardeketen in landen buiten de EU, en zodoende bijdragen tot technologietransfer en een groeiend bewustzijn inzake de klimaatproblematiek en mitigatiemogelijkheden in ontwikkelende landen en groeielanden.

De Nederlandse spoorwegen ProRail bijvoorbeeld is een dergelijke weg ingeslagen en heeft voor zichzelf een gunningsstelsel ontwikkeld hetwelk energie- en broeikasgasmanagement en -reducties stimuleert bij leveranciers, aannemers, dienstverleners e.d. (ProRail 2009; ProRail 2010). Bedrijven dewelke minstens beschikken over een energie-audit en een energiereductieplan, of beter nog over een beperkte tot volledige carbon footprint en een daaraan gekoppeld plan van aanpak, krijgen een fictieve korting op de kostprijs van de offerte toegekend dewelke groeit naarmate de inspanningen toenemen. Hoe hoger het bedrijf scoort op de zogenaamde CO<sub>2</sub>-prestatieladder (zie Tabel 8.4), des te groter het voordeel in de gunningsprocedure. In de toekomst is zelfs mogelijk dat een minimumniveau opgelegd wordt bij de selectiecriteria in de procedure.

Tabel 8.4: CO<sub>2</sub>-prestatieladder van ProRail in de gunningsprocedure (ProRail 2010)

CO <sub>2</sub> -prestatieladder (globaal, additionele eisen per niveau)	
5	Bedrijf vereist van haar grootste aanbieders voor scope 1 en 2 een CO <sub>2</sub> -emissie-inventaris conform de ISO 14064-1. Het bedrijf rapporteert structureel de vooruitgang in de reductiedoelstellingen en slaagt erin deze te realiseren. Bedrijf heeft zich publiekelijk gecommitteerd aan een CO <sub>2</sub> -reductieprogramma van de overheid of een NGO en communiceert daarover. Bedrijf neemt actief deel in het opzetten en/of uitvoeren van een (sectorbreed) CO <sub>2</sub> -reductieprogramma in samenwerking met overheid en/of NGO en andere bedrijven.
4	Bedrijf bereikt, middels het analyseren van een deel van haar scope 3 emissies in de keten en samen met sectorgenoten, innovatieve initiatieven en resultaten voor CO <sub>2</sub> bewust handelen en reductie van scope 3 emissies. Een continu proces van verbetering. Kwantitatieve reductiedoelstellingen voor deze scope 3 emissies zijn geformuleerd en het bedrijf rapporteert periodiek over de voortgang ten opzichte van deze doelstellingen. Bedrijf onderhoudt een dialoog met overheden en NGO 's over haar CO <sub>2</sub> -reductiestrategie en neemt initiatief tot het ontwikkelen van projecten die de sector faciliteren in CO <sub>2</sub> -reductie.
3	Bedrijf rapporteert over haar scope 1 en 2 CO <sub>2</sub> -emissies conform de ISO 14064-1 (de carbon footprint) en beschikt over kwantitatief geformuleerde doelstellingen om deze CO <sub>2</sub> -emissies te reduceren. Bedrijf communiceert de carbon footprint en de genoemde doelstellingen zowel intern als extern en heeft een actieve rol in sector of keteninitiatieven rond klimaatverandering.
2	Bedrijf heeft inzicht in haar eigen energiegebruik en heeft de ambitie energiegebruik te verminderen. Bij het beleid t.a.v. deze ambitie maakt bedrijf onderscheid tussen reduceren van energiegebruik, het afnemen van groene stroom en gebruik van biobrandstoffen. Bedrijf communiceert (minimaal) intern over genoemde maatregelen en neemt deel in een sectorinitiatief rond klimaatverandering.

CO <sub>2</sub> -prestatieladder (globaal, additionele eisen per niveau)	
1	Bedrijf heeft inzicht in belangrijkste energiestromen en onderzoekt mogelijkheden om energiegebruik te reduceren. Bedrijf communiceert ad hoc over haar energie reductiebeleid en weet welke initiatieven er spelen in de sector.
0	Bedrijf heeft weinig of geen inzicht in het eigen energiegebruik of in zijn CO <sub>2</sub> -emissies en heeft geen aantoonbare CO <sub>2</sub> -reductieambities. Daarnaast communiceert bedrijf noch intern, noch extern over haar visie of beleid rondom klimaatverandering en neemt geen deel in sectorinitiatieven op dit gebied.

Het ProRail-systeem wordt echter vrij ingewikkeld omdat tweemaal een certificering nodig is, eenmaal voor de carbon footprint en eenmaal voor het prestatieniveau op de CO<sub>2</sub>-prestatieladder. In de hoogste categorieën krijgen kleine bedrijven wel enkele vrijstellingen. Het systeem van ProRail kan wel inspiratie bieden om een carbon footprint-kader uit te werken voor de versterking van de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* op de bedrijventerreinen. Basisverplichtingen kunnen zich dan richten tot het gebruik van terreingebonden voorzieningen zoals energievoorzieningen, eventueel aangevuld door een aantal richtlijnen die onomkeerbare ingrepen dienen te geleiden. Een belonend stelsel kan uitgewerkt met het oog op de carbon footprint, om kosten-efficiënt emissiereducties te stimuleren en eventueel koolstoflek tegen te gaan.

### 8.3.3. Link met transitie management en bredere gewenste economische ontwikkeling...


Hoewel de genoemde maatregelen in hoofdstuk 4 een grote vooruitgang kunnen boeken in het energiegebruik, dankzij betere versies van bestaande technieken, dankzij radicaal nieuwe technieken om de gekende producten te produceren of dankzij een grotere aandacht voor het energiegebruik in het operationele management, wordt nog steeds beperkt tot een nagenoeg zuiver technologisch denken. Radicalere technologische omwentelingen gingen in het verleden echter steeds gepaard met maatschappelijke, culturele en institutionele omwentelingen (Paredis 2009).

Dergelijke zogenaamde transities komen slechts tot werkelijkheid wanneer het huidige socio-technisch systeem, het regime, danig onder druk staat en interne spanningen vertoont. Alsdan ontwaken er kansen voor voldoende mature radicale vernieuwingen, ofwel niches, die technologisch of sociaal-cultureel van aard zijn, om door te breken in het regime en het regime te stabiliseren in een andere evenwichtstoestand. De druk op het systeem is nu echter groot en neemt nog steeds toe: klimaatverandering, economische crisis, energieveiligheid en -ongelukken, materiaalschaarste, etc. Daardoor ontstaan er spanningen in het regime van energievoorziening, grondstoffen en afval, mobiliteit, enz. Tegelijk staan er heel wat niches te wachten op doorbraak, zoals alternatieve energiebronnen, energieneutrale gebouwen en zelfs bedrijventerreinen, cradle to cradle-technieken (McDonough en Braungart 2002), toepassing van industriële symbiose (zie hoofdstuk 6), logistieke samenwerking en samenwerking op vlak van productie (Maes, Van Eetvelde et al. 2008), etc. Voorlopig is die druk echter nog onvoldoende en een voldoende verstoring van het regime blijft uit, waardoor niches nog geen grote doorbraak kennen. Een dergelijke verstoring en transitie zorgen er echter wel voor dat voor- en nadelen voor stakeholders zullen hertekend worden, dat nieuwe winnaars en verliezers ontstaan. Een zorgvuldig en vroeg genoeg beheer van een transitie is aangewezen om effectief een duurzame weg in te slaan en de negatieve gevolgen die er ook mee gepaard gaan onder controle te houden, zodat algemeen een positieve evolutie resteert (Paredis 2009). Eens te meer geeft dit bovendien aan dat een activering van een energie- en emissie management op bedrijventerreinen, inclusief afstemming van de ruimtelijke omgeving op een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening, nu al van belang is zodat het systeem een grotere veerkracht kent.

Alleen door echte transities zijn grote vooruitgangen te boeken, en kan een lokaal behaald optimum door procesoptimalisatie, verlaten worden voor een beter (lokaal) optimum. Dit zal radicale socio-technische systeeminnovaties noodzaken in de volledige productie- en consumptiestructuur. We kunnen de reductie van de carbon footprint, hetgeen tevens onderwerp is van een evolutie richting duurzaamheid of zou moeten zijn, bijgevolg niet beperken tot het beter uitvoeren van wat we nu doen.

Klimaatbestendige bedrijventerreinen en bedrijvigheid beperken zich niet tot het reduceren van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van gelijkblijvende processen en producten. Ondernemerschap en innovatie zijn nodig om ook radicale nieuwe oplossingen te bedenken en aan te bieden die inspelen op de behoeften van mensen zelf. Zo ontstaan bijvoorbeeld product-dienstcombinaties, waarbij de behoeften beter worden ingevuld, echter op een totaal andere manier dan voorheen, met dus de mogelijkheid tot eveneens totaal andere processen dan voorheen. Dergelijke innovaties verschillen echter van zuiver economische innovaties: in plaats van innovaties hoofdzakelijk in functie van economische groei, innovaties als oplossingen voor veel ruimere maatschappelijke vragen; in plaats van innovaties hoofdzakelijk gericht op technologische oplossingen, een verruiming naar technologische, institutionele en sociaal-culturele innovaties; systeeminnovatie in plaats van proces- en productinnovatie (Paredis 2009).

In Vlaanderen bestaan al enkele netwerken van ondernemers, onderzoekers, beleidsmedewerkers, beleidsmakers, etc. die trachten dergelijke transitie of minstens succesvolle niches op te zetten. Zo is er het transitienetwerk DuWoBo voor duurzaam bouwen en wonen, en is er Plan C voor een duurzaam materiaalbeheer (zie Figuur 8.3). Bedrijven op zoek naar CO<sub>2</sub>-emissiereducties kunnen geïnspireerd worden door deze netwerken, zelf ook actiever betrokken raken in deze netwerken, zodoende radicalere wijzigingen doordrijven in hun processen, gebouwen, logistiek, product en dienst, waardeketen, enz., of via deze weg ook betrokken raken bij optimalisaties en radicale veranderingen bij andere partijen. Aldus zou het interessant kunnen zijn ook dergelijke actieve betrokkenheid te stimuleren op de *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen*, en deze netwerken beter te promoten op de *CO<sub>2</sub>-neutrale terreinen*. Omgekeerd kan het ook interessant zijn dat deze netwerken actiever betrokken worden bij de aanleg en het beheer van bedrijventerreinen zelf.



**Wat is Plan C?**

Plan C is een netwerk voor duurzaam materiaalbeheer, gesteund door de Vlaamse overheid. De leden komen uit alle geledingen van de maatschappij: bedrijven, consumenten, overheid, wetenschappers ...

**Wat is duurzaam materiaalbeheer?**

Materialen vormen de ruggengraat van onze economie; ze zijn de dragers van onze productie- en consumptiepatronen. Maar die patronen leggen een veel te hoge milieudruk op de aarde. We verbruiken te veel materiaal. Daarom moeten die patronen drastisch veranderen. En dus ook ons materiaalverbruik.

**Wat betekent de naam Plan C?**

De oplossingen van vandaag voldoen niet meer. Het volstaat niet om slechts één aspect van het materiaalbeheer aan te pakken, bijvoorbeeld het afvalbeheer. Dat leidt tot problemen elders in het systeem. Er is dringend nood aan een ingrijpend alternatief. Maar geen Plan B, dat alleen symptomen bestrijdt. Plan C is ambitueuzer: het streeft naar een echte revolutie in ons denken en doen.

**Hoe werkt Plan C?**

Plan C vertrekt vanuit zijn visie op de samenleving. De leden opereren ideeën om die visie te realiseren. Bijvoorbeeld tijdens netwerkdagen, die zo'n 100 tot 150 mensen trekken. Of via de online werkplaats, waarop ze contact hebben met de andere leden. Daarna volgen ze een specifiek stappenplan – Plantrekker. Dat helpt een lid of team om in 4 stappen van een idee naar de realisatie van een experiment te gaan.

**En nu?**

Vanuit de eerste brainstormings zijn er zo'n 20 concepten over die de ambitie hebben om verder te gaan. Sommige op eigen kracht, andere misschien met jouw expertise?

Interesse? Doe mee en [sluit je aan](#)

Figuur 8.3: Plan C - Vlaams transitienetwerk voor duurzaam materiaalbeheer (Plan C 2010)

Transitiemanagement kan eveneens ingebed worden in de ontwikkeling van bedrijventerreinen en van energiesystemen. Het kan een blijvende voedingsbodem betekenen voor het lanceren van

pilootprojecten op bedrijventerreinen voor een duurzamere economie, een duurzamere energievoorziening, etc. Transitie management dient zeker een voornaamste positie in te nemen voor en op bedrijventerreinen die een strategische rol kunnen spelen, bijvoorbeeld door plaats te bieden aan niches. De ontwikkeling van deze terreinen wordt alsdan ingebed in een veel bredere multidisciplinaire aanpak, met tentakels tot ver buiten de grenzen van het bedrijventerrein. Voorbeelden hiervan werden aangehaald in hoofdstuk 3, met het Green Enterprise District in Londen en de Haven van Rotterdam. De ontwikkeling van de *CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening* op deze bedrijventerreinen neemt alsdan pas een volgende positie in, tenzij de niche net energievoorzieningen betreft.

## 8.4. Conclusies

De doelstelling van een *CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening* op bedrijventerreinen ontrolt zich als een fundamentele sturende ambitie in alle fasen van de ontwikkeling van bedrijventerreinen: als beheersprincipe voor ruimtelijke ordening en stedenbouw, als oriëntatieprincipe voor het ontwerp van terreinen, en als regulerend/stimulerend/ondersteunend/participerend principe voor de uitgifte en het beheer. De bouwstenen voor een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening werden in dit onderzoek gedetecteerd, en kunnen ingedeeld worden onder vijf principes:

1. Het formuleren van een evolutief ambitieniveau inzake CO<sub>2</sub>-emissies en het toetsen van de ontwikkeling van het terrein aan dat ambitieniveau in elke fase.
2. Het lokaliseren van activiteiten in correlatie met de hernieuwbare energetische draagkracht van de locatie.
3. Het voorzien van performante nutsvoorzieningen en een compatibele ruimte voor lokale productie, opslag en uitwisseling van energie.
4. Het reduceren van het energiegebruik en het voorkomen van CO<sub>2</sub>-emissies op bedrijfsniveau en in de realisatie van het bedrijventerrein.
5. Het stimuleren en faciliteren van interbedrijfssamenwerking om optimalisatie van de energie- en emissieprestatie mogelijk maken.

Naarmate de uitstoot van broeikasgassen sterker gepenaliseerd zal worden, zal de kwaliteit van het terrein ook op de energieprestatie van de aangeboden bedrijfsruimte afgerekend worden. Een bedrijventerrein bepaalt immers vanuit een fysieke maar ook sociale context de kansen en barrières voor gevestigde bedrijven op vlak van een emissieloze energievoorziening. Een gebiedsgerichte aanpak waarin lokale kansen tot een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening maximaal benut worden en rekening gehouden wordt met de lokale barrières en stakeholders, kan alleen door het eveneens sterk motiveren en equiperen van bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders.

Verschuivende perspectieven worden aangeboden om de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* sterker uit te bouwen op de bedrijventerreinen, reeds in de lijn van de huidige evoluties in de praktijk: inzake de definitie van het begrip *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, inzake de benadering van de bedrijven en de interbedrijfssamenwerking, inzake de benadering van de bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders, en ten slotte inzake het beheer van het energiemangement op de bedrijventerreinen. Daarnaast kan de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* ook uitgebreid worden met de activatie van een gezamenlijk energiebeheer op bestaande bedrijventerreinen, en met de inclusie van een inzicht en een aanpak van alle broeikasgasemissies veroorzaakt door bedrijven via het instrument van de carbon footprint. De ontwikkeling van bedrijventerreinen kan eveneens mede gestuurd worden vanuit een breder transitie management, voor het opzetten van pilootprojecten en strategische bedrijventerreinen in het licht van socio-technische transitie naar een duurzamere economie en maatschappij.







## 9. Algemene conclusies

Het verbruik van fossiele brandstoffen en grondstoffen en de uitstoot van broeikasgassen, zowel direct door het eigen verbruik als indirect in de waardeketen, vormt een toenemend risico voor ondernemingen. Bedrijven dienen proactief de koolstofefficiëntie van hun huidige bedrijfsvoering en activa te verhogen, en nieuwe groei na te streven door het ontwikkelen of op de markt aanleveren van nieuwe producten, diensten en business modellen die noodzakelijk zijn voor een koolstofarme maatschappij. Landen en regio's dienen hiertoe een competitief operationeel kader aan te bieden.

Bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders geven vorm aan de directe fysieke omgeving van een bedrijf. Het concept van bedrijventerreinen kan aan duurzaamheid bijdragen. Een duurzaam ruimtegebruik, het parkmanagement met kwalitatieve voorzieningen op het bedrijventerrein, en interbedrijfssamenwerking openen nieuwe wegen voor bedrijven voor een hoger economisch rendement, een duurzamer ruimte- en milieugebruik, en een goede verstandhouding en proactieve samenwerking met diverse stakeholders. Bedrijven kunnen via parkmanagement meer zelfbeschikking en verantwoordelijkheden krijgen in het voorzien van utilities en faciliteiten op het terrein en een grotere inspraak in beleidskeuzes op en zelfs naast het bedrijventerrein. Interbedrijfssamenwerking is echter niet beperkt tot een bedrijventerrein, en er kan ook sprake zijn van virtuele bedrijventerreinen binnen een zeker gebied. Een duurzame ontwikkeling van bedrijventerreinen kent zijn aanzet op het bovenlokale niveau, door de behoefte aan een terrein, en de locatie, de onderlinge verhoudingen tussen verschillende terreinen, en de relatie tot de regionale/lokale economische ontwikkeling aan te duiden.

Het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen tekent de voornaamste contouren uit voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen in Vlaanderen. Om de kwaliteit van nieuwe en verouderde bedrijventerreinen verder te stimuleren, biedt de Vlaamse Regering onder voorwaarden een tegemoetkoming aan in de kosten voor de aanleg en heraanleg van bedrijventerreinen. Als onderdeel van de Vlaamse klimaatmaatregelen werd dit kader voor de publieke financiële tegemoetkoming sinds 2007 gekoppeld aan een verplichte reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies. Naast een reeks kwalitatieve richtlijnen inzake ontwerpplan, uitgifteplan en beheersplan, die een impact kunnen hebben op het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissies van de bedrijven, dienen nieuwe bedrijfsvestigingen voortaan een *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* te kennen. Hiermee wordt het belang van energiemaatregelen op bedrijventerreinen in Vlaanderen wettelijk geïntroduceerd. Dit kader is weliswaar enkel van toepassing indien inderdaad financiële ondersteuning wordt bekomen van de Vlaamse Overheid. Dit kader heeft tot op heden nog geen doorslag gekend naar de contouren op vlak van de energievoorziening noch het energiegebruik op bedrijventerreinen binnen het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen.

Uit een eerste analyse van praktijkvoorbeelden, blijken diverse energiegerelateerde emissiereductie-initiatieven opgestart te worden op bedrijventerreinen, zowel in binnen- als buitenland. De drie belangrijke pijlers van duurzame bedrijventerreinen - duurzaam ruimtegebruik, parkmanagement en voorzieningen, en interbedrijfssamenwerking - komen hierbij alle aan bod. Bedrijventerreinen worden inderdaad uitgerust met nutsvoorzieningen die de energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies trachten te beperken. Bedrijven worden door de beheerder gestimuleerd en ondersteund tot het nemen van energie- en emissie maatregelen; gezamenlijke voorzieningen en

interbedrijfssamenwerking zijn hier zeker een onderdeel van. Doelstellingen worden geformuleerd inzake emissie of emissiereductie, door bedrijven, door bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders, en door lokale overheden. Die doelstellingen en de aanwezige energiestromen kunnen randvoorwaarden stellen voor de mogelijke ontwikkeling van een bedrijventerrein.

Een duurzame *CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening* is een voornaam onderdeel van een strategie voor de reductie van broeikasgasemissies, en wordt gekenmerkt door een minimalisering van het energiegebruik zelf en een maximalisering van de dekking van dat energiegebruik door hernieuwbare energiebronnen (trias energetica), gecombineerd met de reductie en/of compensatie van de resterende CO<sub>2</sub>-emissies. Belangrijke instrumenten die het energiegebruik van bedrijven beperken in Vlaanderen, zijn de EPB-verplichtingen voor gebouwen enerzijds, en de Vlarex-verplichtingen voor energieplanning en energiestudies, alsook de vrijwillige Benchmarking- en Auditconvenanten voor energie-intensieve bedrijven anderzijds. De *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* voegt hier een verplichting aan toe, niet vrijwillig aldus maar weliswaar enkel gericht op nieuwe bedrijfsvestigingen op gesubsidieerde bedrijventerreinen sinds 2007.

Bedrijven kunnen het energiegebruik en de gerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies in gebouwen reduceren door ruimtelijke, bouwtechnische en installatietechnische maatregelen. Het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissies van bedrijfsactiviteiten op het terrein kunnen worden beperkt door sectoroverkoepelende en sectorspecifieke maatregelen. Sectoroverkoepelende maatregelen zijn de inzet van energie-efficiëntere machines en apparatuur, een beter onderhoud van installaties en een betere processturing, het hergebruik van restwarmte en restkracht, procesintensivering, energie- en emissie management, en energiebenchmarking. Duurzame energieopwekking biedt een grote variatie in opwekvermogen – van enkele kilowatt tot vele megawatt – en kan decentraal in het eigen bedrijf of op het bedrijventerrein ingezet worden. Mede dient er geanalyseerd te worden in welke mate processen en de hernieuwbare energievoorziening kunnen afgestemd worden, zowel wat betreft elektriciteit als warmte, om de maximale dekking door hernieuwbare energie te bewerkstelligen, en de onbalans tussen energieproductie en -verbruik te minimaliseren.

Het ontwerp van het bedrijventerrein kan afgestemd worden op een betere energieprestatie van de bedrijfsgebouwen. Tevens dient het ontwerp afgestemd te worden op een maximalisatie van lokale hernieuwbare energieproductie op het terrein door kleinschalige en grootschalige energiesystemen. Energieproductie in de omgeving van het bedrijventerrein komt eveneens in aanmerking voor ontwikkeling omwille van de vele randvoorwaarden die aan de ruimtelijke situering van energiecentrales gesteld worden. Ook de beschikbaarheid aan eventuele restwarmte op het bedrijventerrein en vanuit de omgeving dient meegenomen te worden als potentiële hernieuwbare energietoevoer.

Bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders kunnen KMO's ondersteuning bieden in het nemen van sectoroverkoepelende energie- en emissie maatregelen, in bedrijfsprocessen doch eveneens in gebouwmaatregelen, zowel inzake energie-efficiëntie als hernieuwbare energieproductie. Ze kunnen kennis dissemineren, richtlijnen opstellen, etc. Bedrijventerreinbeheerders kunnen eveneens audits uitvoeren bij bedrijven en potentiële energiemaatregelen detecteren. Parkmanagement kan de huidige veel voorkomende ondersteuning aan bedrijven in groenbeheer en bewegwijzering uitbreiden naar een ondersteuning in energiemangement op bestaande bedrijventerreinen, als een ESCO een schaalvoordeel in energiemangement voor kleine en middelgrote bedrijven creëren. Het energie-efficiëntie-vraagstuk voor KMO's is immers niet eenmalig, doch vormt een structureel probleem. Voor een duurzame strategie inzake energie-efficiëntie zal dan ook een structurele oplossing nodig zijn, zodat KMO's continu bijblijven op vlak van energie-efficiëntie.

Inzake de verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* heeft de Vlaamse Regering gekozen voor een enge betekenis en strikt kwantitatieve eis. Bedrijven zijn verplicht groene stroom te verbruiken ofwel hun emissies te compenseren. Van de terreinontwikkelaars en -beheerders wordt verwacht dat deze de *CO<sub>2</sub>-neutraliteitsverplichting* zelf opleggen aan de bedrijven, de uitvoering ervan controleren en desgevallend afdwingen. Een en ander zou kunnen geautomatiseerd worden inzake de controle, wat de administratieve lasten beperkt evenals aansluiting vindt bij energiemonitoring. Het afdwingen van het

*CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik* kan door het toepassen van sancties in geval van het niet nakomen van de verplichting, alsook het standaard zelf uitvoeren door het parkmanagement al dan niet met beloning ingeval een bedrijf de *neutraliteit* wel zelf uitvoert. Deze tweede mogelijkheid heeft een positieve benadering in zich en kan bovendien een budget creëren voor andere, meer structurele energie- en emissie maatregelen op het terrein. Hier is een parkmanagement met medewerking van de bedrijven dan bijzonder goed geplaatst.

Vanaf de eerste gesubsidieerde bedrijventerreinen hebben ontwikkelaars rekening gehouden met de trias energetica-strategie voor een duurzamere energievoorziening. De verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* kan bovendien zo ver als mogelijk uitgebreid worden tot het warmtegebruik, waardoor een meer integrale aanpak van het energiegebruik gestimuleerd wordt. In tegenstelling tot het *CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsverbruik*, zijn energie-efficiëntierichtlijnen en een *CO<sub>2</sub>-neutrale warmtevoorziening* evenwel moeilijker af te dwingen, door de aard van de eisen maar ook doordat investeringen de initiële kosten voor bedrijven verhogen. Strikt voorgeschreven maatregelen kunnen ook minimaliserend werken in plaats van maximaliserend. Een evenwicht moet daarom gezocht worden tussen normeren en belonen of uitdagen. Een actief, stimulerend maar ook faciliterend kader van de terreinontwikkelaar en -beheerder dringt zich op, eerder dan een louter passief, sanctionerend beleid. In ruil voor de verplichting tot *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, dienen ook extra (zichtbare of voelbare) voordelen gecreëerd te worden om de deelname van bedrijven te stimuleren. Daarnaast is bovendien een communicatiestrategie nodig die de voordelen van het *CO<sub>2</sub>-neutraal terrein* onderstreept, niet alleen naar de bedrijven, maar tevens naar de overheid voor het creëren van een draagvlak voor het *CO<sub>2</sub>-neutraliteitskader*, alsook naar de netbeheerders voor compatibiliteit van de nutsvoorzieningen.

Energieclustering tussen bedrijven laat toe artificiële grenzen tussen de verbruiksprofielen van bedrijven en in de hernieuwbare energieproductie op bedrijventerreinen te doorbreken. Residuele energie kan op die manier doorgegeven worden aan buurbedrijven en het volledige bedrijventerrein in zijn geheel wordt één potentiële locatie voor de productie van hernieuwbare energie in de vorm van verschillende secundaire energievormen. Reservecapaciteit van individuele hernieuwbare energie-installaties kan voor de cluster toch benut worden en het is nu het totale energiegebruiksprofiel en het totale energieproductieprofiel op het terrein dat op elkaar dient afgestemd te worden. Geclusterde energieproductie kan toelaten energiebronnen aan te boren die individueel onmogelijk zijn, of lokaal onvoldoende voorhanden zijn en vanuit de omgeving naar de locatie van verbruik toe moeten gebracht worden. Energieclustering kan de bereikbaarheid van *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* dus kracht bijzetten: het potentieel van zowel de totale hernieuwbare energieproductie als de potentiële dekking van het energiegebruik neemt toe.

Energiesamenwerking is niet beperkt tot fysieke clustering; het kan ook gaan om een clustering gericht op diensten, zoals gezamenlijke aankoop van energie en professionele energiediensten als onderhoudsdiensten, energiemonitoring, energiemanagement en bij uitbreiding carbon management, en samenwerking in de levering van samen geproduceerde energie.

Energiesamenwerking blijkt zowel mogelijk op zware industriële terreinen of complexen, als op gemengde bedrijventerreinen ofwel de Vlaamse regionale en lokale bedrijventerreinen. Op gemengde bedrijventerreinen is er interesse van bedrijven in collectieve energiediensten, alsook in collectieve energieproductie. Het hergebruik van residuele energie wordt op heden als minder belangrijk beschouwd, doch activiteiten kunnen voorkomen die restenergie ter beschikking hebben, die alsnog benut kan worden in een geïntegreerde centrale of collectieve energievoorziening.

De opzet van energieclustering behelst het zoeken naar een evenwicht tussen technische efficiëntie - door schaalvoordelen of symbiotische relaties - en flexibiliteit voor de partijen en robuustheid voor de systemen. De opzet van energieclustering behelst ook het aan partijen toewijzen van die taken die het beste bij hen aansluiten. De rol van de bedrijventerreinontwikkelaar/-beheerder bestaat uit het ondersteunen van bedrijven in het detecteren en aftoetsen van haalbare samenwerkingsverbanden, en het ondersteunen van de clustering zelf. Bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders dienen barrières voor clustering te vermijden en waar mogelijk weg te nemen. Het voorzien van centrale in plaats van collectieve energievoorzieningen door de terreinontwikkelaar/beheerder zelf, of een derde partij, kan het

gewicht op bedrijven verlichten en energieclustering mogelijk maken. Het blijkt echter eveneens wenselijk dat bedrijven een actieve rol in het beheer van nutsvoorzieningen toebedeeld krijgen. In gemeenschappelijk gebruik van utilities zit een haalbare opstap naar meer geavanceerde lokale uitwisseling van materialen, water en energie. Bedrijven kunnen zich bovendien focussen op veel kleinere stromen van materialen en energie, en veel meer mogelijkheden bedenken om deze nuttig in te zetten. Een breed uitgebouwd parkmanagement met een actieve bijdrage van gevestigde bedrijven kan de betrokkenheid van bedrijven activeren.

Een belangrijke voorziening op bedrijventerreinen zijn slimme energienetten die zowel de grootschalige als kleinschalige energie-uitwisseling en hernieuwbare energieproductie mogelijk maken. Slimme elektrische netten zijn in aantocht. De uitrol van deze vraagt echter wel nog tijd, niet alleen op technisch maar ook op reglementair en tarifair vlak. Slimme warmtenetten daarentegen worden niet standaard voorzien. De opportuniteit hiertoe is eveneens volledig afhankelijk van de bedrijfsactiviteiten en energieprofielen die aanwezig zijn of zullen zijn op het bedrijventerrein, alsook van een of meerdere eventuele collectieve warmteproductie-installaties op het terrein. Een strategie om warmtenetten rendabel en met beperkt risico uit te bouwen, bestaat erin om opportuniteiten voor lokale netten eerst uit te bouwen, en deze pas later eventueel te koppelen tot grootschaligere netten.

Ruimtelijk dient het bedrijventerrein compatibel te zijn met interne energieclustering. Blijkt deze clustering geen opportuniteiten te brengen in de beginfase van een bedrijventerrein, dan kan deze later alsnog ontstaan door de snelle variatie in de bedrijvenpopulatie en door de evolutie in energietechnologieën. Energieclustering beperkt zich bovendien niet tot de grenzen van een bedrijventerrein, maar energiestromen stellen hun eigen grenzen. Het clusterprincipe tracht artificiële grenzen tussen bedrijven in de vorm van kadastrale kavelgrenzen te doorbreken om gezamenlijk een grotere milieuproductie, bedrijfseconomische productiviteit en sociale productiviteit te bereiken. Ook de grenzen van een bedrijventerrein zijn echter artificieel.

Het regionale exergielandschap en de ruimtelijke planning zijn leidinggevend voor de optimalisatie van het exergiegebruik en de toegang tot hernieuwbare energie. Gesterkt door een ambitie in CO<sub>2</sub>-emissiereductie dienen terreinontwikkelaars een locatie te eisen die voldoende mogelijkheden kent op energievak - hernieuwbare energieproductie voor elektriciteit en warmte en/of externe connectiemogelijkheden. Eveneens gesterkt door een ambitie in CO<sub>2</sub>-emissiereductie dienen planners en hun beleidsbepalers van lokale, provinciale en regionale overheden sites met voldoende energiepotentieel aan te duiden voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen en terreinontwikkelaars te leiden richting een optimale aanwending van energie-efficiëntie en hernieuwbaar energiegebruik. Een exergiegestuurde ruimtelijke planning is nodig om de hernieuwbare energiepotentie te ontwikkelen en het exergielandschap te optimaliseren. Van hieruit dienen emissiedoelstellingen en een strategisch plan met concrete acties geformuleerd te worden. Het energieprofiel van de gelokaliseerde bedrijven dient vervolgens in correlatie te staan met de gedefinieerde energiedraagkracht van een locatie.

De terreinontwikkelaar/-beheerder bouwt een algemeen beleid uit voor de aanpak van het energiegebruik en de emissiereductie, dat toegepast wordt zowel op de terreinen in ontwikkeling als in het beheer van bestaande terreinen. Bedrijven kunnen eveneens een rol verkrijgen in de beleidsvorming inzake de ontwikkeling van nieuwe *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen*, dit om het energie- en CO<sub>2</sub>-beleid beter af te stemmen op de wensen van ondernemers en daardoor een betere dienstverlening te kunnen bieden.

Pilootbedrijventerreinen in West-Vlaanderen vormden de geschikte terugvalsbasis voor dit onderzoek. Zowel het reglementair kader voor de trias energetica-aanpak als de ondersteuning van de bedrijven is opgestart en zal zich alvast ontfouwen op minstens een tiental nieuwe *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen*. Een van die terreinen zal alvast voorzien worden van een centrale energie-installatie, gecombineerd met de activering van bedrijven wat betreft het formuleren van mitigatiestrategieën en het uitvoeren van mitigatiemaatregelen. Energie-uitwisseling werd eveneens geëvalueerd en in een lange termijnstrategie ingepast.

Parkmanagement op bedrijventerreinen kan het ontwerp van gebouwen en eventuele installaties voor het uitoefenen van bedrijfsactiviteiten ondersteunen. Ook tijdens exploitatie, kunnen

bedrijven nog steeds een beroep doen op parkmanagement aangaande energiemaatregelen. Op heden biedt het Agentschap Ondernemen, de terreinontwikkelaars en -beheerders van *CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen* op haar beurt ondersteuning in de uitvoering van de quickscans naar rationeel energiegebruik. Dit laat toe dat parkmanagement eerder een rol van tussenpersoon en overkoepelende positie kan innemen, waardoor deze zich kan oriënteren op de gebiedseigen aspecten en op het detecteren van bijkomende opportuniteiten.

De voorziening in een centrale energie-installatie op een bedrijventerrein kan ervoor zorgen dat een budget vrijkomt voor parkmanagement om te investeren in energie- en emissiemaatregelen. In dit parkmanagement kunnen bedrijven mee het beleid inzake emissies en energie bepalen en het budget zelf alloceren aan specifieke maatregelen, zoals studies, energiemonitoring, dienstverlening, onderhoud, investeringen, etc. Bedrijventerreinen met capaciteit tot het plaatsen van hernieuwbare energievoorzieningen kunnen bijgevolg niet alleen hernieuwbare energie voorzien voor de gevestigde bedrijven, maar staan bovendien een grotere dienstverlening toe aan bedrijven. Mogelijk kan dit ervoor zorgen dat meer bedrijven een bedrijventerrein verkiezen waarop aldus energieproductiecentrales kunnen geplaatst worden. Dit kan een terreinontwikkelaar extra motiveren om locaties te verkiezen voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen die wel degelijk de mogelijkheid bezitten tot hernieuwbare energieproductie. Het ter beschikking stellen van inkomsten uit de energieproductie kan eveneens bestaande bedrijven over de streep trekken om zich tot de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* te vervoegen.

Een energieaanpak op bedrijventerreinniveau dringt zich op, gebaseerd op een ruimtelijk-exergetische analyse van het terrein en zijn omgeving, en gericht op zowel het energiegebruik als het potentieel tot hernieuwbare productie. Op die manier worden alle energiedata verzameld om energie- en emissiedoelstellingen en concrete maatregelen op te baseren, om de energetische voorzieningen op te selecteren en de concrete ontwikkeling te starten, alsook om de verdere ruimtelijke invulling van het bedrijventerrein te sturen.

De doelstelling van een *CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening* op bedrijventerreinen ontrolt zich als een fundamentele sturende ambitie in alle fasen van de ontwikkeling van bedrijventerreinen: als beheersprincipe voor ruimtelijke ordening en stedenbouw, als oriëntatieprincipe voor het ontwerp van terreinen, en als regulerend/stimulerend/ondersteunend/participerend principe voor de uitgifte en het beheer. De bouwstenen voor een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening werden in dit onderzoek gedetecteerd, en kunnen ingedeeld worden onder vijf principes:

1. Het formuleren van een evolutief ambitieniveau inzake CO<sub>2</sub>-emissies en het toetsen van de ontwikkeling van het terrein aan dat ambitieniveau in elke fase.
2. Het lokaliseren van activiteiten in correlatie met de hernieuwbare energetische draagkracht van de locatie.
3. Het voorzien van performante nutsvoorzieningen en een compatibele ruimte voor lokale productie, opslag en uitwisseling van energie.
4. Het reduceren van het energiegebruik en het voorkomen van CO<sub>2</sub>-emissies op bedrijfsniveau en in de realisatie van het bedrijventerrein.
5. Het stimuleren en faciliteren van interbedrijfssamenwerking om optimalisatie van de energie- en emissieperformantie mogelijk maken.

Naarmate de uitstoot van broeikasgassen sterker gepenaliseerd zal worden, zal de kwaliteit van het terrein ook op de energieperformantie van de aangeboden bedrijfsruimte afgerekend worden. Een bedrijventerrein bepaalt immers vanuit een fysieke maar ook sociale context de kansen en barrières voor gevestigde bedrijven op vlak van een emissieloze energievoorziening. Een gebiedsgerichte aanpak waarin lokale kansen tot een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening maximaal benut worden en rekening gehouden wordt met de lokale barrières en stakeholders, kan alleen door het eveneens sterk motiveren en equiperen van bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders.

Verschillende perspectieven worden aangeboden om de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* sterker uit te bouwen op de bedrijventerreinen, reeds in de lijn van de huidige evoluties in de praktijk: inzake de definitie van

het begrip *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*, inzake de benadering van de bedrijven en de interbedrijfssamenwerking, inzake de benadering van de bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders, en ten slotte inzake het beheer van het CO<sub>2</sub>-emissie management op de bedrijventerreinen. Daarnaast kan de *CO<sub>2</sub>-neutraliteit* ook uitgebreid worden met de activatie van een gezamenlijk energie-/emissiebeheer op bestaande bedrijventerreinen, en met de inclusie van een inzicht en een aanpak van alle broeikasgasemissies veroorzaakt door bedrijven via het instrument van de carbon footprint. De ontwikkeling van bedrijventerreinen kan eveneens mede gestuurd worden vanuit een breder transitie management, voor het opzetten van pilootprojecten en strategische bedrijventerreinen in het licht van socio-technische transitie naar een duurzamere economie en maatschappij.

## 9.1. Perspectieven voor verder onderzoek

De resultaten uit dit onderzoek mogen bijkomende inspiratie bieden aan terreinontwikkelaars, terreinbeheerders, onderzoekers en andere actoren betrokken bij de ontwikkeling en het beheer van bedrijventerreinen, alsook voor verdere regulering van de ruimtelijke ordening, de aanleg en het beheer van bedrijventerreinen in Vlaanderen, België en in het buitenland. Dit betekent echter niet dat alle uitvoeringsdetails in al hun juridische, economische, ruimtelijke, technische en sociale aspecten werden onderzocht. Dit onderzoeksveld is in evolutie en nog tal van onderzoeksdomeinen liggen blank. De internationale, nationale, regionale en lokale context werpen ook steeds andere randvoorwaarden op. Het meest concrete vervolgonderzoek volgt in elk geval de verdere piloottesten en regulering in Vlaanderen op de voet. Ook kan nog dieper ingegaan worden op de mogelijkheden op bestaande bedrijventerreinen, waarbij een strategie kan uitgewerkt worden specifiek gericht op het transformeren van deze terreinen voor een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening (via investeringen in energievoorzieningen op het terrein, energienetten en -clustering, het anders positioneren van het terrein rekening houdende met de energiedraagkracht en het bestaande energiegebruiksprofiel, het richting geven aan de bedrijven op bestaande terreinen, de relatie aan te gaan met andere functies in de omgeving van het terrein,...). Best zou men gebiedsgerichte onderzoeken starten naar het potentieel voor energieregelateerde CO<sub>2</sub>-emissiereductie, die voor elk terrein de barrières en opportuniteiten in kaart brengen, alsook lange termijnvisies opmaken, en ten slotte de nood aan overkoepelende instrumenten voor bestaande terreinen aangeven.

Een belangrijk werkpunt voor de nabije toekomst in het verdere onderzoek betreft de energiestuurde ruimtelijke ordening van bedrijventerreinen en bedrijven (in hun varianten), tevens in relatie met de allocatie van andere ruimtelijke functies. De doelstelling hierbij is het potentieel van hernieuwbare energieproductie en het huidige exergiegebruik beter in kaart te kunnen brengen, om op die manier de hiaten en kansen tot een CO<sub>2</sub>-armere energievoorziening te detecteren. Een ruimtelijke uitzetting van de Energiebalans Vlaanderen, mits aanvulling met verdere gedetailleerdere gegevens inzake het type exergiegebruik en de residuele exergie, zou een perfecte springplank kunnen betekenen voor de opstart van een energiestuurde ruimtelijke planning in Vlaanderen. Ontwerpend onderzoek is bovendien nodig om de kracht van dit instrument verder te doorgronden. Tevens is een grondige doorlichting van het instrumentarium van de Vlaamse ruimtelijke planning noodzakelijk om een energiestuurde planning in te bedden. Op die wijze kunnen energie- en emissiedoelstellingen ook ruimtelijk op elk schaalniveau vertaald en geverifieerd worden. Hiermee wordt onder meer een belangrijke basis geboden voor de meest fundamentele aspecten van de ontwikkeling tot CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen. Ook op basis van de overige bouwstenen voor de ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-armere bedrijventerreinen is een doorlichting van planningsinstrumentarium gewenst: zo vermeldt het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen bijvoorbeeld nog geen specifieke regionale bedrijventerreinen op basis van energiekenmerken, neemt het als energie-uitrusting van bedrijventerreinen enkel gas en elektriciteit in rekening, etc. Verder vindt dit onderzoek tevens aansluiting met het ruimere onderzoek inzake klimaatadaptatie binnen de Afdeling Mobiliteit en Ruimtelijke Planning.

Ander onderzoek situeert zich in het verdere vormgeven van de slimme energienetten, de afstemming van lokaal energiegebruik en energieproductie op een bedrijventerrein en de concrete incentives voor bedrijven daartoe. Piloottesten tot energie-integratie in bedrijfsverzamelgebouwen en bouwblokken bieden tevens een interessant werkpakket. De voor- en nadelen, en de juridische



mogelijkheden van slimme energienetten, energie-integratie in bouwblokken, alsook van het nalaten van een parcellering van een bedrijventerrein dienen zeker nader onderzocht te worden. Een vergelijkende analyse is tevens nodig van het exergieverbruik en het exergieverlies, evenals van de carbon footprint, van verschillende energietransmissie- en distributiesystemen op basis van de volledige energiewaardeketen (elektrisch en thermisch).

De bijdrage van duurzame bedrijventerreinen - ruimtegebruik, parkmanagement en voorzieningen, interbedrijfssamenwerking - dient in meerdere specifieke domeinen in detail onderzocht te worden. De koppeling van de allocatie van emissie-intensieve bedrijven op basis van het exergieprofiel is bijvoorbeeld nodig met de opvang en stockage van CO<sub>2</sub>-emissies. De beleidsaandacht voor CCS is groot en recent nogmaals bevestigd in de EU Roadmap voor een koolstofarme economie tegen 2050. Ook hierbij kan een clustering van dergelijke industrie de opvang vergemakkelijken en schaalvoordelen creëren. 'Synergieparken' kunnen eveneens kansen bieden tot samenwerking tussen bedrijven op vlak van value added logistics, om efficiëntiewinsten te genereren en andersoortige schaalvoordelen te creëren in het vraagstuk van de logistiek en mobiliteit. Een nieuw onderzoek kan onder meer uitgevoerd worden naar het industriële metabolisme in België/Vlaanderen, wat eveneens een input tot de ruimtelijke planning van bedrijventerreinen kan schenken.



## 10. Bibliografie

- A.T. Kearney Management Consultants (2009). "Green" Winners. The performance of sustainability-focused companies during the financial crisis.
- ADEME (2007a). Bilan Carbone. Companies and Local Authorities Version. Emission Factors Guide (Version 5.0): Emission Factors Calculation and Bibliographical Sources Used.
- ADEME (2007b). Bilan Carbone. Companies and Local Authorities Version. Methodological Guide (Version 5.0): Objectives and Principals for the Counting of Greenhouse Gas Emissions.
- Aernouts, K. en K. Jespers (2005). Energiekengetallen van de tertiaire sector in Vlaanderen 2003. Bijlage bij de energiebalans Vlaanderen 2003: onafhankelijke methode.
- Agon, J.-P. (2010). Lay foundation for low-carbon growth. *Financial Times*, 20/07/2010.
- Albrecht, J. (2010). Innovation in the energy transition. Power-Link Cleantech Summer Event. Oostende.
- Alexander, C., S. Ishikawa, et al. (1977). A pattern language. Towns, buildings, construction. New York, Oxford University Press.
- Allaert, G. (2003). Wegwijs in ruimtelijke economie. Doorkijk naar planning en management van ruimte. Gent, Academia Press.
- Allaert, G. (2008). Planningstheorie, Universiteit Gent.
- Allaert, G., G. Van Eetvelde, et al. (2005a). Greenbridge Wetenschapspark Plassendale 1. Inrichtingsplan, Universiteit Gent. Afdeling Mobiliteit en Ruimtelijke Planning.
- Allaert, G., G. Van Eetvelde, et al. (2005b). Greenbridge Wetenschapspark Plassendale 1. Uitgifteplan, Universiteit Gent. Afdeling Mobiliteit en Ruimtelijke Planning.
- Allison, I., N. L. Bindoff, et al. (2009). The Copenhagen Diagnosis. Sidney, The University of New South Wales Climate Change Research Centre (CCRC): 60.
- Apeldoorn (2010). [www.apeldoorn.nl](http://www.apeldoorn.nl). Geconsulteerd op 3/12/2010.
- Arcadis Belgium (2010). Het opmaken van een CO<sub>2</sub>-nulmeting voor de Stad Gent.
- Aro, T. (2009). Preconditions and tools for cross-sectoral regional industrial GHG and energy efficiency policy-A Finnish standpoint. *Energy Policy* 37(7): 2722-2733.
- Asmus, P. (2010). Microgrids, virtual power plants and our distributed energy future. *The Electricity Journal* 23(10): 72-82.
- Association of Issuing Bodies (2009). [www.aib-net.org](http://www.aib-net.org). Geconsulteerd op 27/11/2009.
- Ayres, R. U. (1998). Eco-thermodynamics: economics and the second law. *Ecological Economics* 26(2): 189-209.
- Ayres, R. U. (2004). On the life cycle metaphor: where ecology and economics diverge. *Ecological Economics* 48(4): 425-438.
- Ayres, R. U. (2008). Sustainability economics: Where do we stand? *Ecological Economics* 67(2): 281-310.
- Battaglini, A., J. Lilliestam, et al. (2009). Development of SuperSmart Grids for a more efficient utilisation of electricity from renewable sources. *Journal of Cleaner Production* 17(10): 911-918.
- Bayod-Rújula, A. A. (2009). Future development of the electricity systems with distributed generation. *Energy* 34(3): 377-383.
- Beckers, L. (2010). Rotterdam, aanvoerder van de groene revolutie. *De Morgen*, 29/11/2010.
- BECO Belgium, Stibbe, et al. (2009). Handleiding CO<sub>2</sub>-neutraliteit.
- Bedrijven Informatie en Signalisatie sYsteem (2011). [www.bisys.be](http://www.bisys.be). Geconsulteerd op 6/04/2011.
- Bergsma, G. C., B. E. Kampman, et al. (2010). Goed gebruik van biomassa. Delft, CE Delft.

- Berkhout, A. J. (2011). Cyclic innovation model. [www.aj-birchwood.com](http://www.aj-birchwood.com). Geconsulteerd op 10/05/2011.
- Bernstein, L., J. Roy, et al. (2007). Industry. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave en L. A. Meyer. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press.
- Beyene, A. (2005). Combined heat and power as a feature of energypark. *Journal of Energy Engineering-Asce* 131(3): 173-188.
- Bijlsma, L. en J. Groenland (2006). De tussenmaat - een handboek voor het collectieve woongebouw. The intermediate size - a handbook for collective dwellings, Uitgeverij SUN.
- Billen, G., F. Toussaint, et al. (1983). L'écosystème Belgique. Essai d'écologie industrielle. Centre de recherche et d'information socio-politique. Bruxelles.
- Bio Base Europe (2011). Geconsulteerd op 5/04/2011.
- Block, C., B. Van Praet, et al. (in press). To a CO2 neutral industry park: case study. *Journal of Industrial Ecology*.
- BlueNext (2010). [www.bluenext.eu](http://www.bluenext.eu). Geconsulteerd op 26/08/2010.
- Bossier, F., D. Devogelaer, et al. (2008). Impact of the EU Energie and Climate Package on the Belgian energy system and economy. Brussels, Federal Planning Bureau.
- Bouwkronek (2010). Speciaal nummer "Intersolution 2010".
- Braziller, C. (2009). Industrial Park Makeover. *Sustainable Land Development Today*.
- Brings Jacobson, N. (2006). Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark. A quantitative assessment of economic and environmental aspects. *Journal of Industrial Ecology* 10(1-2): 239-255.
- Buck Consultants International (2003). Architectuur & Bedrijventerreinen. Het beleidsinstrumentarium. Nijmegen, Ministerie van Economische Zaken.
- BuildDesk, Cauberg-Huygen, et al. (2009). Hybride LT-warmtenet Waalsprong Nijmegen. Delft.
- C40 Cities (2010). [www.c40cities.org](http://www.c40cities.org). Geconsulteerd op 22/09/2010.
- Cabooter, Y., L. Dewilde, et al. (2008). Een windplan voor Vlaanderen. Onderzoek naar mogelijke locaties voor windturbines, Vrije Universiteit Brussel Dienst Stromingsmechanica.
- Cabus, P. en W. Vanhaverbeke (2007). Ruimtelijk-economisch onderbouwde behoefteeraming 2007-2022 voor de 5 Resoc en voor de provincie West-Vlaanderen met dezelfde methodes.
- Cace, J. en E. Ter Horst (2007). Urban Wind Turbines. Leidraad voor kleine windturbines in de bebouwde omgeving, Intelligent Energy Europe. Wind Energy Integration in the Urban Environment (Wineur).
- Carbon Constraint Initiatives (2010). [www.carbon-constraint-initiatives.com](http://www.carbon-constraint-initiatives.com). Geconsulteerd op 9/03/2010.
- Carbon Disclosure Project (2010). [www.cdproject.net](http://www.cdproject.net). Geconsulteerd op 9/03/2010.
- Carpentier, N. (2009a). Drie scenario's voor Kopenhagen, drie andere werelden. *De Morgen*, 7/12/2009.
- Carpentier, N. (2009b). Kopenhagen. Klimaattop 7-18 december 2009. Extra bijlage DeMorgen. *De Morgen*, 7/12/2009.
- Carpentier, N. (2009c). Zin en onzin van de 'heilige' twee gradengrens. Waarom twee graden warmer nóg te veel is (en al niet meer haalbaar). *De Morgen*, 7/12/2009.
- Castelain, J. (2010). Gesprek over de energiescans die uitgevoerd worden door het Agentschap Ondernemen. Gent.
- CE Delft en DCMR Milieudienst Rijnmond (2007). Energiek in Rijnmond. Energie: gebruikscijfers, beleidsdoelen, kansen in Rijnmond.
- Chae, S. H., S. H. Kim, et al. (2010). Optimization of a waste heat utilization network in an eco-industrial park. *Applied Energy* 87(6): 1978-1988.
- Chertow, M. R. (2000). Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment* 25: 313-337.
- Climate Neutral Group (2010). [www.climateneutralgroup.com](http://www.climateneutralgroup.com). Geconsulteerd op 9/03/2010.
- CO2Logic (2010). [www.co2logic.com](http://www.co2logic.com). Geconsulteerd op 9/03/2010.
- COGEN Vlaanderen (2006). Basishandboek Warmtekrachtkoppeling.

- Colruyt Group (2010). Groep Colruyt opent eerste lage-energiewinkel. Nieuwe Bio-Planet-winkel in Leuven zorgt voor Belgische primeur. [www.colruytgroup.be](http://www.colruytgroup.be). Geconsulteerd op 28/10/2010.
- Çomaklı, K., B. Yüksel, et al. (2004). Evaluation of energy and exergy losses in district heating network. *Applied Thermal Engineering* 24: 1009-1017.
- Commissie Benchmarking Vlaanderen (2007). Toelichting 6: rentabiliteitsberekening.
- Commission for Architecture and the Built Environment (2010). [www.cabe.org.uk](http://www.cabe.org.uk). Geconsulteerd op 19/08/2010.
- Commission of the European Communities (2005). Winning the battle against global climate change.
- Commission of the European Communities (2006). Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential.
- Commission of the European Communities (2007a). Limiting Global Climate Change to 2 degrees Celsius. The way ahead for 2020 and beyond. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.
- Commission of the European Communities (2007b). Renewable Energy Road Map. Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament.
- Communities and Local Government (2007). Planning Policy Statement: planning and climate change. Supplement to the Planning Policy Statement 1.
- Cooremans, C. (2008). Strategic fit of energy efficiency. Strategic and cultural dimensions of investment decisions. Behaviour, Energy & Climate Change Conference, Sacramento, CA.
- Cossent, R., T. Gómez, et al. (2009). Towards a future with large penetration of distributed generation: Is the current regulation of electricity distribution ready? Regulatory recommendations under a European perspective. *Energy Policy* 37(3): 1145-1155.
- Côté, R. en J. Hall (1995). Industrial parks as ecosystems. *Journal of Cleaner Production* 3(1-2): 41-46.
- Côté, R. P. en E. Cohen-Rosenthal (1998). Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences. *Journal of Cleaner Production* 6(3-4): 181-188.
- Côté, R. P. en T. Smolenaars (1997). Supporting pillars for industrial ecosystems. *Journal of Cleaner Production* 5(1-2): 67-74.
- Couder, J., A. Verbruggen, et al. (2007). Milieuraapport Vlaanderen MIRA. Achtergronddocument sector energie, Vlaamse Milieumaatschappij.
- Council of the European Union (2002). Council Decision of 25 April 2002 concerning the approval, on behalf of the European Community, of the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change and the joint fulfilment of commitments thereunder. Official Journal of the European Union.
- Creative Energy (2007). European Roadmap for process intensification.
- CREG (2009). [www.creg.be](http://www.creg.be). Geconsulteerd op 17/11/2009.
- Criekemans, D. (2011). Geopolitiek van de hernieuwbare energie van 2010 tot 2020 : uitdagingen en opportuniteiten voor Vlaanderen, Steunpunt Buitenlands beleid.
- Croezen, H. en M. Korteland (2010). Technological developments in Europe. A long-term view of CO2 efficient manufacturing in the European Union. Delft, CE Delft.
- Dawkins, G. en J. Grail (2007). Business Improvement Districts: past, present, future. Economic Affairs.
- DCMR Milieudienst Rijnmond (2007). Nulmeting Rotterdam Climate Initiative. Uitstoot CO2 Rotterdam.
- De Bruyn, S. (2010). Economische wetenschap en handelingsperspectieven: meer dan een energieheffing! Een essay over de bijdragen die de economische wetenschap kan leveren aan het oplossen van de klimaatproblematiek ten behoeve van BslK project De Matrix. In De Matrix - Analysefase. D. Sijmons, S. De Bruyn, A. Peterson, B. Van de Klundert en A. Cath.
- De Buck, A. en D. H. Hueting (2008). CO2-reductiemaatregelen bij uitwerking van het RR2020. Delft, CE Delft.
- De Buck, A., D. H. Hueting, et al. (2008). Advies voor CO2-reductiemaatregelen in de Stadsregio Rotterdam. Substantiële CO2-emissiereductie door haalbare en kosteneffectieve maatregelen.

- De Buck, A., M. P. J. Van Valkengoed, et al. (2009). IPO Routekaart Warmte. Provincies op weg naar effectieve benutting van warmte en koude. Delft, CE Delft.
- De Busschere, B. (2010). Cancun 2010. Klimaattop 29 november tot 10 december. Klimaatbijdrage DeMorgen. *De Morgen*, 29/11/2010.
- De Grauwe, P. (2003). De toekomst van de industrie in België, Katholieke Universiteit Leuven, departement economie.
- de Man, G. (2009). Samenwerkingsverband voor lokale productie, Case study. Energy Forum, Brussels.
- De Persgroep (2010). Ford Genk kan miljoenen besparen met milieutaks. *Het Laatste Nieuws*, 15/02/2010.
- De Prins, M., K. Devooght, et al. (2009). Maatschappelijk verantwoord ondernemen. Van strategische visie tot operationele aanpak. Antwerpen, Uitgeverij De Boeck.
- De Standaard (2009). Al 700 miljoen euro in Vlaamse zonne-energie. *De Standaard*, 18/12/2009.
- De Urbanisten (2010). Portfolio.
- De Vos, A. (2005). Duurzame energie, Universiteit Gent.
- Decisio B.V. (2004a). Freeriderproblematiek en –oplossingen: naar structurele collectieve beveiligingsmaatregelen voor bedrijven en winkels, Nationaal Platform Criminaliteitsbeheersing.
- Decisio B.V. (2004b). Freeriderproblematiek en –oplossingen. Naar structurele collectieve beveiligingsmaatregelen voor bedrijven en winkels, Nationaal Platform Criminaliteitsbeheersing.
- Decraecke, D. (2008). Energie Anders! NU, Voka.
- Defoer, E., B. Vanslambrouck, et al. (2008). Electriciteit uit afvalwarmte! Restwarmtestromen vanaf 80 °C worden omgezet in elektriciteit met behulp van een ORC. *EcoTips* 2008(5).
- Department for Business Enterprise & Regulatory Reform (2008). Heat call for evidence.
- Depraetere, W. (2010). Infrax West te Torhout - duurzaam en energiezuinig koelen.
- Derde, C. (2008). Opzet Wase wind cvba en Fortech bvba.
- Desrochers, P. (2004). Industrial symbiosis: the case for market coordination. *Journal of Cleaner Production* 12(8-10): 1099-1110.
- Dewaele, B. (2010). Extra trui in passiefkantoor. *De Standaard*, 09/11/2010.
- DHC+ Technology Platform (2009). District heating & cooling. A vision towards 2020 - 2030 - 2050.
- DHV Groep (2010). Centraal stellen van duurzame energieambities in het gebiedsontwikkelingsproces, Agentschap NL - Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Onderneming en Milieubeheer.
- Diederer, A. (2010). Global resource depletion, managed austerity and elements of hope. Delft, Eburon Academic Publishers.
- Difs, K., M. Danestig, et al. (2009). Increased use of district heating in industrial processes - Impacts on heat load duration. *Applied Energy* 86(11): 2327-2334.
- Dijkema, G. P. J. en L. Basson (2009). Complexity and industrial ecology. *Journal of Industrial Ecology* 13(2): 157-164.
- Dincer, I. (2002). The role of exergy in energy policy making. *Energy Policy* 30(2): 137-149.
- DLA Caestecker en Ecorys-Kolpron (2003). Schriftelijk juridisch advies inzake de studieopdracht "Juridische structuur voor een bedrijvencluster", GOM Oost-Vlaanderen.
- Dreesen, R. en B. Laenen (2010). Technology watch: geothermie en het potentieel in Vlaanderen, Vlaams Kenniscentrum Ondergrond.
- DWA installatie- en energieadvies (2010). Valorisatie van reststromen in het Sloegebied. Een analyse van vandaag en de kansen van morgen, Provincie Zeeland.
- DWA installatie- en energieadvies (2011). Restwarmtebenutting middels mobiele warmte. Een flexibele koppeling tussen aanbod en vraag, Brabantse Ontwikkelingsmaatschappij en Provincie Zeeland.
- Eandis (2010). [www.eandis.be](http://www.eandis.be). Geconsulteerd op 23/03/2010.
- Eco-Industrial Solutions (2005). Hinton Eco-Industrial Park. Eco-Industrial District Zone & EIP Development Guidelines. A. Prepared for Town of Hinton.
- Economische Kaart Ieper (2011). [www.economischekaart.be/ieper](http://www.economischekaart.be/ieper). Geconsulteerd op 6/04/2011.

- Ecopower cvba (2008). [www.ecopower.be](http://www.ecopower.be). Geconsulteerd op 22/10/2008.
- Eerste Kamer der Staten-Generaal (2009). Wet van 19 maart 2009, houdende tijdelijke regels voor experimenten met een gebiedsgerichte bestemmingsheffing ten behoeve van aanvullende activiteiten van samenwerkende ondernemers mede in het publiek belang (Experimentenwet BI-zones). Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden.
- Einstein thermal energy industry audit (2011). Expert-system for an INtelligent Supply of Thermal Energy in Industry. [www.iee-einstein.org/](http://www.iee-einstein.org/). Geconsulteerd op 10/03/2011.
- Elabras Veiga, L. B. en A. Magrini (2009). Eco-industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development. *Journal of Cleaner Production* 17(7): 653-661.
- Electrawinds (2009). Facts & figures windturbine Enercon E-82.
- Elephant & Castle (2010). [www.elephantandcastle.org.uk](http://www.elephantandcastle.org.uk). Geconsulteerd op 19/08/2010.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks: the triple bottom line of the 21st century business*. Oxford, Capstone.
- EnergieNed (2009). Rapport Tariefadvies voor de levering van warmte aan kleinverbruiker 2010.
- Enkvist, P.-A., T. Nauc  r, et al. (2008). Business strategies for climate change. *The McKinsey Quarterly* 2008(2): 24-33.
- EnterpriseConsulting (2007). Business Improvement Districts (BIDs). An introduction & guide, Northwest Development Agency.
- Erkman, S. (1997). Industrial ecology: An historical view. *Journal of Cleaner Production* 5(1-2): 1-10.
- Ernst & Young (2009a). The 2009 Ernst & Young business risk report. The top 10 risks for global business.
- Ernst & Young (2009b). The business response to climate change. Choosing the right path.
- Ernst & Young (2009c). The business response to climate change. Paths chosen by top economies.
- European Climate Foundation, McKinsey & Company, et al. (2010). Roadmap 2050. A practical guide to a prosperous low-carbon Europe.
- European Commission (2010a). Commission Decision of 15 December 2010 amending Decision 2006/944/EC determining the respective emission levels allocated to the Community and each of its Member States under the Kyoto Protocol pursuant to Council Decision 2002/358/EC. Official Journal of the European Union.
- European Commission (2010b). Covenant of Mayors. [www.eumayors.eu](http://www.eumayors.eu). Geconsulteerd op 22/09/2010.
- European Commission (2011). A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050.
- European Parliament and the Council (2009a). Decision No 406/2009/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020. Official Journal of the European Union.
- European Parliament and the Council (2009b). Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading scheme of the Community. Official Journal of the European Union.
- European Renewable Energy Council (2010). RE-thinking 2050. A 100% renewable energy vision for the European Union.
- European Solar Thermal Industry Federation (2006). Solar industrial process heat - state of the art.
- European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling (2010). Common Vision for the Renewable Heating & Cooling sector in Europe 2020 - 2030 - 2050.
- Europees Parlement en de Raad (2004). Richtlijn 2003/54/EG van het Europees Parlement en de Raad 26 juni 2003 betreffende gemeenschappelijke regels voor de interne markt voor elektriciteit en houdende intrekking van Richtlijn 96/92/EG. Publicatieblad van de Europese Unie.
- Europees Parlement en de Raad (2009a). Richtlijn 2003/87/EG van het Europees Parlement en de Raad van 13 oktober 2003 tot vaststelling van een regeling voor de handel in broeikasgasemissierechten binnen de Gemeenschap en tot wijziging van Richtlijn 96/61/EG van de Raad (Geconsolideerde versie). P. v. d. E. Unie.

- Europees Parlement en de Raad (2009b). Richtlijn 2009/28/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 april 2009 ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare energiebronnen en houdende wijziging en intrekking van Richtlijn 2001/77/EG en Richtlijn 2003/30/EG. Publicatieblad van de Europese Unie.
- Europees Parlement en de Raad (2009c). Richtlijn 2009/72/EG van het Europees Parlement en de Raad van 13 juli 2009 betreffende gemeenschappelijke regels voor de interne markt voor elektriciteit en tot intrekking van Richtlijn 2003/54/EG. Publicatieblad van de Europese Unie.
- Farhangi, H. (2010). The path of the Smart Grid. *IEEE power & energy magazine*.
- Federale Overheidsdienst Economie, K. M. O., Middenstand en Energie (2005). De energiemarkt in 2003.
- Federale Overheidsdienst Economie, K. M. O., Middenstand en Energie (2006). Energie 2004.
- Federale Overheidsdienst Economie, K. M. O., Middenstand en Energie (2007). Evolutie van de energiemarkt in 2005.
- Federale Overheidsdienst Economie, K. M. O., Middenstand en Energie (2008). De energiemarkt in 2006.
- Federale Overheidsdienst Economie, K. M. O., Middenstand en Energie (2009). De energiemarkt in 2007.
- Federale Overheidsdienst Economie, K. M. O., Middenstand en Energie (2010). De energiemarkt in 2008.
- Fedrizzi, R. en J. Rogers (2002). Energy Efficiency Opportunities: Big Box Retail and Supermarkets.
- Fichtner, W., M. Frank, et al. (2004). Inter-firm energy supply concepts: an option for cleaner energy production. *Journal of Cleaner Production* 12(8-10): 891-899.
- Fris in het Landschap en Werkplaats Voor Architectuur (2006). RUP Papenhof stad Mechelen. Mechelen.
- Frosch, R. A. en N. E. Gallopoulos (1989). Strategies for manufacturing. *Scientific American* 261(3): 144-152.
- Geldhof, W. (2008). Juridische aspecten van energieprestatiecontracten. Energy Forum. Brussel.
- Geothermal explorers international ltd (2011). [www.geothermal.ch](http://www.geothermal.ch). Geconsulteerd op 20/01/2011.
- Ghent Bio-Energy Valley (2011). Towards a sustainable society. [www.gbev.org](http://www.gbev.org). Geconsulteerd op 5/04/2011.
- Gibbs, D. (2003). Trust and Networking in Inter-firm Relations: the Case of Eco-industrial Development. *Local Economy* 18(3): 222-236.
- GNS Science Te Pū Ao (2011). [www.gns.cri.nz](http://www.gns.cri.nz). Geconsulteerd op 20/01/2011.
- Goeijenbier, P. G. H. M. en L. N. C. Vlaar (2005). Achtergronden energieclustering glastuinbouw, V.E.K. Adviesgroep.
- Gommans, L. J. J. H. M. (2008). Energieprestaties van energie-efficiënte gebouwen. *TVVL Magazine*.
- Gore, A. (2009). Onze Keuze. Een actieplan om het klimaat te redden, Meulenhoff.
- Greater London Authority (2009). Powering ahead. Delivering low carbon energy for London.
- Grobbe, C., j. Maly, et al. (2004). Preparing for a low-carbon future. *The McKinsey Quarterly*.
- Grolleman Coldstore (2010). [www.grolleman.com](http://www.grolleman.com). Geconsulteerd op 10/12/2010.
- Grontmij Advies & Techniek, RuimBuiten, et al. (2003). Hoe werkt de toekomst: 62.
- Groot, M. I. en F. J. Rooijers (2008). Warmlopen voor warmte. Groeien naar duurzame warmte in de regio Haaglanden.
- Harvey, F. (2010). Business backs higher emission goals. *Financial Times*, 20/07/2010.
- Havenbedrijf Gent (2010). Strategisch plan 2010-2020. Samen groeien naar duurzame welvaart.
- Heeres, R. R., W. J. V. Vermeulen, et al. (2004). Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: first lessons. *Journal of Cleaner Production* 12(8-10): 985-995.
- Henrichs, R. (1992). Environmental-Issues and the Law. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 89(3): 856-859.
- Hoffman, J. (2010). Aviel Verbruggen: "Investeren in een passief concept loont altijd". *Energymag* 16(4).
- Hoogsteen, R., K. J. Braber, et al. (2003). Haalbaarheid warmtenet regio Twente. Arnhem, KEMA Power Generation & Sustainables.



- Huhne, C., N. Röttgen, et al. (2010). Europe needs to reduce emissions by 30%. *Financial Times*, 14/07/2010.
- Ignatenko, O., A. van Schaik, et al. (2007). Exergy as a tool for evaluation of the resource efficiency of recycling systems. *Minerals Engineering* 20(9): 862-874.
- Industrial Symbiosis (2010). Sharing of resources. [www.symbiosis.dk](http://www.symbiosis.dk). Geconsulteerd op 29/09/2010.
- Ingenium (2008). Studie 'Lokale energieproductie' bedrijventerrein Waggelwater Brugge.
- Innovista Eco-Industrial Park (2010). [www.eip.hinton.ca](http://www.eip.hinton.ca). Geconsulteerd op 27/11/2010.
- Intercommunale Leiedal (2010). Regionaal Energieforum, Kortrijk.
- Intercommunale Leiedal (2011). Evolis Business Park. [www.evolisbusinesspark.be](http://www.evolisbusinesspark.be). Geconsulteerd op 30/04/2011.
- International Energy Agency Heat Pump Programme (1995). Industrial Heat Pumps. A Means to Mitigate Global Industrial Emissions.
- International Energy Agency Solar Heating & Cooling Programme (2004). Solar heat for industrial processes. Detailed papers to Newsletter No. 1.
- International Organization for Standardization (2011). ISO 14064. [www.iso.org](http://www.iso.org). Geconsulteerd op 8/03/2011.
- IPCC (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. Valencia.
- Janssen, J., A. Brohé, et al. (2010). PAS 2060. Erkende internationale standaard voor CO<sub>2</sub>-neutraliteit. *ecoTips* 15(5): 5.
- Janssens, A. (2003). Bouwfysische aspecten van gebouwen, Universiteit Gent.
- Janssens, A. en W. Boydens (2007). Technische installaties in gebouwen 2, Universiteit Gent.
- Jelinski, L. W., T. E. Graedel, et al. (1992). Industrial Ecology - Concepts and Approaches. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 89(3): 793-797.
- Jiayi, H., J. Chuanwen, et al. (2008). A review on distributed energy resources and MicroGrid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12(9): 2472-2483.
- Jones, P. T. en R. Jacobs (2006). Terra Incognita. Globalisering, ecologie en rechtvaardige duurzaamheid. Gent, Academia Press.
- K.U.Leuven ELECTA, T., IMER, VUB (2009). Decentrale energievoorziening onder lokaal beheer, VIWTA.
- Kenniscentrum Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (2007). Duco uit Veurne is "meest energieke onderneming". [www.mvovlaanderen.be](http://www.mvovlaanderen.be). Geconsulteerd op 11/11/2010.
- Köne, A. C. en T. Büke (2010). Forecasting of CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion using trend analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14(9): 2906-2915.
- Koolhaas, R. (1992). Urbanism after Innocense: Four Projects: The Reinvention of Geometry. *Assemblage* 18: 82-113.
- Korhonen, J., I. Savolainen, et al. (2004). Applications of the industrial ecology concept in a research project: Technology and Climate Change (CLIMTECH) Research in Finland. *Journal of Cleaner Production* 12(8-10): 1087-1097.
- Lambert, A. J. D. en F. A. Boons (2002). Eco-industrial parks: stimulating sustainable development in mixed industrial parks. *Technovation* 22(8): 471-484.
- Laurikka, H., K. Kuusinen, et al. (2002). Generating CO<sub>2</sub> Emission Reductions through Energy Service Companies (ESCOs). In Technology Climate Change CLIMTECH 1999-2002 Final report.
- Laybourn, P. en M. Morrissey (2009). National Industrial Symbiosis Programme. The pathway to a low carbon sustainable economy.
- Le Quééré, C., M. R. Raupach, et al. (2009). Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. *Nature Geoscience*.
- Lienau, P. J. en J. W. Lund (1998). Industrial Applications. In Geothermal Direct-Use Engineering and Design Guidebook. P. Lienau. Klamath Falls, Oregon Institute of Technology: 333-357.
- Lietar, B. (2001). The future of money. A new way to create wealth, work, and a wiser world. London, Century.
- Lifset, R. en T. E. Graedel (2002). Industrial ecology: goals and definitions. In A Handbook of Industrial Ecology. R. U. Ayres en L. W. Ayres, Edward Elgar Publishing Limited: 652.

Linear intelligent networks (2011). [www.linear-smartgrid.be](http://www.linear-smartgrid.be). Geconsulteerd op 5/05/2011.

Lippens, J. (2008). Opzet windmolenproject Zaubeeek Power cvba.

Liwerska-Bizukojc, E., M. Bizukojc, et al. (2009). The conceptual model of an eco-industrial park based upon ecological relationships. *Journal of Cleaner Production* 17(8): 732-741.

Lodewijks, P., J. Brouwers, et al. (2009). Milieurapport Vlaanderen. Energie- en Klimaatscenario's voor de sectoren Energie en Industrie, Vlaamse Milieumaatschappij.

London Development Agency (2010a). Green Enterprise District, East London.

London Development Agency (2010b). User manual for London heat map. [www.londonheatmap.org.uk](http://www.londonheatmap.org.uk).

London Development Agency en Design for London (2009). Green Enterprise District: a concept for East London. Diversification of the London economy to achieve growth, regeneration, carbon savings and job creation.

london.gov.uk (2010). Mayor unveils £30m plans to kick-start London's 'Green Enterprise District'. 27/05/2010.

Lowe, E. A. (1997). Creating by-product resource exchanges: Strategies for eco-industrial parks. *Journal of Cleaner Production* 5(1-2): 57-65.

Lowe, E. A., S. Moran, et al. (1995). Fieldbook for the Development of Eco-Industrial Parks.

Lowenthal, M. D. en W. E. Kastenberg (1998). Industrial ecology and energy systems: a first step. *Resources, Conservation and Recycling* 24(1): 51-63.

Lutsch, W. en F.-G. Witterhold (2005). Perspektiven der Fernwärme und der Kraft-Wärme-Kopplung. Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus der AGFW-Studie "Pluralistische Wärmeversorgung". Frankfurt am Main.

Lynas, M. (2008). Six degrees: our future on a hotter planet, Harper Perennial.

Lynch, K. (1984). Good city form, Massachusetts Institute of Technology.

Lysen, E. H. (1996). The Trias Energica: Solar energy strategies for developing countries. Eurosun Conference. Freiburg.

Maes, T., G. Van Eetvelde, et al. (2011). Energy management on industrial parks in Flanders. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(4): 1988-2005.

Maes, T., G. Van Eetvelde, et al. (2008). Parkmanagement: living apart-together. Logistieke samenwerking als remedie voor de logistieke sector? Vervoerslogistieke werkdagen 2008, Deurne Nederland.

Marchand, J.-F. (2010). Dossier geothermie. *Energymag* 16(4).

Martens, B. en W. Vandenbergh (2008). Memorandum: vragen met betrekking tot CO2-neutrale bedrijventerreinen, DLA Piper.

Marwah, J. (2010a). Eco-Industrial - The Evolution of Industrial Development. *Alberta Professional Planning Institute*.

Marwah, J. (2010b). Gesprek over de opzet van het TaigaNova EIP project.

Mazijn, B., M. Antrop, et al. (1999). Duurzame ontwikkeling meervoudig bekeken, Academia Press.

McDonough, W. en M. Braungart (2002). Cradle to cradle: remaking the way we make things. New York, North Point Press.

McKenna, R. C. en J. B. Norman (2010). Spatial modelling of industrial heat loads and recovery potentials in the UK. *Energy Policy* 38(10): 5878-5891.

McKinsey & Company (2009a). Naar energie-efficiëntie van wereldklasse in België.

McKinsey & Company (2009b). Pathways to World-Class Energy Efficiency in Belgium.

Meadows, D. H., D. L. Meadows, et al. (1972). The limits to growth, Universe books.

Mecanoo Architecten (2003). Kas als warmtebron. Glastuinbouw en stad in een nieuwe alliantie, Stichting Innovatie Glastuinbouw, InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster.

Metz, B., O. R. Davidson, et al. (2007). Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Michell, J. (1999). Business Improvement District and innovative service delivery, The PricewaterhouseCoopers Endowment for The Business of Government.

Milieurapport Vlaanderen (01/12/2010). [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be). Geconsulteerd.

Milieurapport Vlaanderen (2010). [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be). Geconsulteerd op 1/12/2010.

- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (2004). Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (gecoördineerde versie april 2004).
- Ministerie van Economische Zaken (1999). Wet van 29 april 1999 betreffende de organisatie van de elektriciteitsmarkt. Belgisch Staatsblad.
- Ministerie van Economische Zaken (2003). Ruimtelijke kwaliteit en bedrijventerreinen, analyse van het planvormingsproces.
- Moortgat, A. (2011). Gesprek ervaringen energieaudits bij bedrijven.
- Muyters, P. (2010). Opmaak van Beleidsplan Ruimte Vlaanderen - Startnota. Nota aan de leden van de Vlaamse Regering.
- National Climate Commission (2009). Belgium's fifth national communication. Climate Change. Under the United Nations Framework Convention on Climate Change.
- Nauwelaerts, R. (2005). Memorandum mogelijke rechtsvormen van parkmanagement, Stibbe i.o.v. GOM Antwerpen.
- Neves, A. R. en V. Leal (2010). Energy sustainability indicators for local energy planning: Review of current practices and derivation of a new framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14(9): 2723-2735.
- Norberg-Schulz, C. (1979). Architectuur - een logisch systeem. Gent, Frans Masereelfonds.
- Ontwikkelingsmaatschappij Oost Nederland (2006). Draaiboek Parkmanagement.
- Organisatie voor Duurzame Energie (2001). Biomassa.
- Organisatie voor Duurzame Energie (2007). Warmte uit zonlicht, Vlaamse overheid.
- Organisatie voor Duurzame Energie (2009). Wärmtepompen voor woningverwarming.
- Organisatie voor Duurzame Energie (2011). Enexis: Wasmachine wast alleen als de zon schijnt. *ODE Nieuwsbrief april 2011*.
- Ovink, P. (2009). Nuon Industriparkmanagement.
- Paredis, E. (2009). Socio-techische systeeminnovaties en transitie: van theoretische inzichten naar beleidsvertaling, Centrum voor Duurzame Ontwikkeling - Universiteit Gent en Steunpunt Duurzame Ontwikkeling.
- Peters, G. P. en E. G. Hertwich (2008). CO2 embodied in international trade with implications for global climate policy. *Environmental Science & Technology* 42(5): 1401-1407.
- Piessens, K., J.-M. Baele, et al. (2010). CO2 capture and storage: inevitable for a climate friendly Belgium. Brussel, Royal Belgian Academy Council of Applied Science.
- Plan C (2009). Workshop product-dienstcombinaties van Jaga. Pan C acCeleert. Mechelen.
- Plan C (2010). [www.plan-c.eu](http://www.plan-c.eu). Geconsulteerd op 8/12/2010.
- Planning and climate change coalition (2009). Position Statement.
- Power-Link (2010a). Oostende stapt in ambitieus Europees klimaatinitiatief. [www.power-link.be](http://www.power-link.be). Geconsulteerd op 24/06/2010.
- Power-Link (2010b). Persbericht Oostende Climate Initiative. [www.power-link.be](http://www.power-link.be). Geconsulteerd op 24/06/2010.
- PricewaterhouseCoopers LLP, Potsdam Institute for Climate Impact Research, et al. (2010). 100% renewable electricity. A roadmap to 2050 for Europe and North Africa.
- Projectgroep Duurzame productie van biomassa (2006). Criteria voor duurzame biomassa productie., Task Force Energietransitie.
- ProRail (2009). Samen zorgen voor minder CO2.
- ProRail (2010). CO2-prestatieladder. Samen zorgen voor minder CO2. Handboek 1.1.
- Provinciale Ontwikkelingsmaatschappij West-Vlaanderen en West-Vlaamse Intercommunale (2007). Bedrijvengids Poperinge Sappeneen.
- Provincie West-Vlaanderen (2011a). Bewerking door Provincie West-Vlaanderen van bevolkingscijfers rijksregister op 1/01/2010.
- Provincie West-Vlaanderen (2011b). Gegevens tewerkstelling in bedrijfstakken per statistische sector 31/12/2008.

- Regional Municipality of Wood Buffalo (2007). Bylaw no. 07/055 being a bylaw of the Regional Municipality of Wood Buffalo to amend bylaw no. 99/059 being the land use bylaw for the Regional Municipality of Wood Buffalo.
- Renson (2010). [www.renson.be](http://www.renson.be). Geconsulteerd op 11/11/2010.
- Retail Detail (2010). Bio-Planet Leuven voorbeeld van ecologische retail. [www.retaildetail.be](http://www.retaildetail.be). Geconsulteerd op 29/10/2010.
- Rijksoverheid Nederland (2011). Stadsverwarming en blokverwarming. [www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/energie-en-kleinverbruikers/warmtewet](http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/energie-en-kleinverbruikers/warmtewet). Geconsulteerd op 19/03/2011.
- Roberts, B. H. (2004). The application of industrial ecology principles and planning guidelines for the development of eco-industrial parks: an Australian case study. *Journal of Cleaner Production* 12(8-10): 997-1010.
- Rooijers, F. J. (2002). Benutting restwarmte in de Rijnmond. Delft, CE Delft.
- Rooijers, F. J., F. De Haan, et al. (2002). Van restwarmte naar nuttige warmte in de Rijnmond. Achtergrondrapportage. Delft, CE Delft.
- Rosen, M. A., I. Dincer, et al. (2008). Role of exergy in increasing efficiency and sustainability and reducing environmental impact. *Energy Policy* 36(1): 128-137.
- Rosen, M. A. en D. S. Scott (2003a). Entropy production and exergy destruction: Part I - hierarchy of Earth's major constituencies. *International Journal of Hydrogen Energy* 28(12): 1307-1313.
- Rosen, M. A. en D. S. Scott (2003b). Entropy production and exergy destruction: Part II - illustrative technologies. *International Journal of Hydrogen Energy* 28(12): 1315-1323.
- Rossi, A. (2002). De architectuur van de stad, Sun.
- Saint Trofee (2010). Cold storage of wind energy. [www.tno-refrigeration.com](http://www.tno-refrigeration.com). Geconsulteerd op 19/08/2010.
- Sandd (2010). [www.sandd.nl](http://www.sandd.nl). Geconsulteerd op 10/12/2010.
- Schöne, M. B. (2007). Windturbines in het landschap, Alterra Wageningen UR.
- SenterNovem (2010). [www.senternovem.nl](http://www.senternovem.nl). Geconsulteerd op 22/03/2010.
- SenterNovem en Decisio (2004). Parkmanagement. Kwaliteit wint terrein...en hoe financieren we dat?
- Shaw, R., M. Attree, et al. (2009). The value of reducing distribution losses by domestic load-shifting: a network perspective. *Energy Policy* 37(8): 3159-3167.
- Sirris (2011). Techniline. Geconsulteerd op 9/03/2011.
- Slabbinck, L. (2011). Stand van zaken subsidiedossiers CO2-neutrale bedrijventerreinen.
- Smith, J. B., S. H. Schneider, et al. (2008). Assessing dangerous climate change through an update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) "reasons for concern". *PNAS*.
- Society of Petroleum Engineers (2011). Unit Conversion Factors. [www.spe.org/industry/reference/unit\\_conversions.php](http://www.spe.org/industry/reference/unit_conversions.php). Geconsulteerd op 14/03/2011.
- Sokka, L., S. Pakarinen, et al. (2011). Industrial symbiosis contributing to more sustainable energy use - an example from the forest industry in Kymenlaakso, Finland. *Journal of Cleaner Production* 19(4): 285-293.
- SOLvA (2011). Erembodegem Zuid IV, Aalst - Erembodegem. [www.so-lva.be/projecten/detail\\_nl.phtml?pid=24](http://www.so-lva.be/projecten/detail_nl.phtml?pid=24). Geconsulteerd op 21/05/2011.
- Sovacool, B. K. (2008). Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power: A critical survey. *Energy Policy* 36(8): 2950-2963.
- Spoelstra, S. (2010). Thermo-akoestische systemen voor energietoepassingen. *Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde*.
- Spoelstra, S. en A. M. G. Pennartz (2004). Innovatieve warmtepompen voor warmte- en koudeproductie. *Koude & Luchtbehandeling*.
- Staff, I. W. (2010). New hybrid solar collector produces both electricity and hot water. [www.industryweek.com/articles/new\\_hybrid\\_solar\\_collector\\_produces\\_both\\_electricity\\_and\\_hot\\_water\\_22288.aspx](http://www.industryweek.com/articles/new_hybrid_solar_collector_produces_both_electricity_and_hot_water_22288.aspx). Geconsulteerd op 19/10/2010.
- Stanislaw, J. A. (2008). Climate Changes Everything: The Dawn of the Green Economy, Deloitte.

- Stern, N., S. Peters, et al. (2006). The Stern Review: The Economic of Climate Change. London, HM Treasury.
- Sterr, T. en T. Ott (2004). The industrial region as a promising unit for eco-industrial development-- reflections, practical experience and establishment of innovative instruments to support industrial ecology. *Journal of Cleaner Production* 12(8-10): 947-965.
- Stigson, B. (2010). Beyond Copenhagen - The Green Race is on. e8 Symposium, Japan.
- Stremke, S. (2009a). Mitigation/adaptation: landscape architecture meets energy transition. IFLA, Rio de Janeiro.
- Stremke, S. (2009b). Transition to sustainable energy system in South Limburg: a regional case-study. INCREASE II, Beijing.
- Stremke, S. (2010). Designing sustainable energy landscapes. Concepts, principles and procedures, Wageningen University.
- Stremke, S. en J. Koh (2008). Energy-conscious regionale design: synergy between ecosystem thinking and spatial planning. Passive and Low Energy Architecture. Dublin.
- Stremke, S. en J. Koh (2010). Ecological concepts and strategies with relevance to energy-conscious spatial planning and design. *Environment and Planning B: Planning and Design* 37(3): 518-532.
- Stremke, S., J. Koh, et al. (2010). Exergy landscapes: exploration of second-law thinking towards sustainable landscape design. *International Journal of Exergy* in press.
- TaigaNova Eco-Industrial Park (2010). [www.taiganova.com](http://www.taiganova.com). Geconsulteerd op 27/11/2010.
- Ter Beek, H. M. en M. Mosselman (2006). Business Improvement Districts in Nederland: draagvlak, vormgeving en voorwaarden voor toepassing.
- The Carbon Trust (2007). Carbon footprinting. An introduction for organisations.
- The Carbon Trust (2010). [www.carbontrust.co.uk](http://www.carbontrust.co.uk). Geconsulteerd op 26/11/2010.
- The Climate Group (2010). [www.theclimategroup.org](http://www.theclimategroup.org). Geconsulteerd op 9/03/2010.
- The Gold Standard (2009). Premium quality carbon credits. [www.cdmgoldstandard.org](http://www.cdmgoldstandard.org). Geconsulteerd op 23/07/2009.
- The Goldman Sachs Group (2009). Change is coming: A framework for climate change - a defining issue of the 21st century.
- Thermea Energiesysteme (2009). High-temperature large scale heat pumps for industrial use.
- Thollander, P., I. L. Svensson, et al. (2010). Analyzing variables for district heating collaborations between energy utilities and industries. *Energy* 35(9): 3649-3656.
- Tibbs, H. (1993). Industrial Ecology. An Environmental Agenda for Industry. Emeryville, CA, Global Business Network.
- Tillie, N., A. Van den Dobbelsteen, et al. (2009a). Towards CO2 neutral urban planning - presenting the Rotterdam energy approach and planning (REAP). ISOCARP Congress 2009.
- Tillie, N., A. Van den Dobbelsteen, et al. (2009b). REAP Rotterdamse EnergieAanpak en -Planning. Op naar CO2-neutrale stedenbouw. Rotterdam, Projectgroep Hart van Zuid en Rotterdam Climate Initiative.
- Trading Economics (2011). [www.tradingeconomics.com](http://www.tradingeconomics.com). Geconsulteerd op 7/03/2011.
- Trias Energetica (2010). [www.triasenergetica.com](http://www.triasenergetica.com). Geconsulteerd op 5/11/2010.
- Tudor, T., E. Adam, et al. (2007). Drivers and limitations for the successful development and functioning of EIPs (eco-industrial parks): A literature review. *Ecological Economics* 61(2-3): 199-207.
- United Nations (1998). Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.
- United Nations Conference on Environment and Development (1992). Rio Declaration on Environment and Development, Rio de Janeiro.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (2010). Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009. Part Two: Action taken by the Conference of the Parties at its fifteenth session. Decisions adopted by the Conference of the Parties.

- United Nations Framework Convention on Climate Change (2011). <http://unfccc.int>. Geconsulteerd op 4/04/2011.
- Universiteit Gent (2011). Stadsverwarming. [www.ugent.be](http://www.ugent.be). Geconsulteerd op 8/02/2011.
- Unruh, G. C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy Policy* 28: 817-830.
- Unruh, G. C. (2002). Escaping carbon lock-in. *Energy Policy* 30: 317-325.
- Van Boxelaer, K. (2010). Recente ontwikkelingen in het Vlaamse energierecht en -beleid: een blik op de toekomst. In *Jaarboek Energierecht 2009*. K. Deketelaere en B. Delvaux, Intersentia.
- Van de Vreede, G. J. en M. I. Groot (2010). *Ketenemissies hernieuwbare elektriciteit*. Delft, CE Delft.
- Van den Bossche, F. (2009). Beleidsnota Energie 2009-2014.
- Van den Dobbelaere, A. A. J. F., S. C. Jansen, et al. (2007). *Naar een energiegestuurd Omgevingsplan Groningen*.
- Van der Heijden, L. (2006). *Freeridersproblematiek en oplossingen: Een onderzoek naar bestuurlijk-juridische mogelijkheden om de freeridersproblematiek op te lossen*, Regionaal Platform voor Criminaliteitsbeheersing Oost-Brabant.
- Van Dyck, B., B. Van Zwam, et al. (2008). Reststromen in de Gentse Kanaalzone: onderzoek naar mogelijkheden voor uitwisseling en valorisatie. B. Van Dyck, *Gents Milieufront*: 65.
- Van Eetvelde, G., E. Delange, et al. (2005). *Groeiboeken Duurzame BedrijvenTerreinen*, juridisch, economisch, ruimtelijk, technisch bekeken, Vanden Broele Grafische Groep.
- Van Eetvelde, G., K. Deridder, et al. (2007). Sustainability scanning of eco-industrial parks. 11th European Roundtable on Sustainable Consumption and Production (ERSCP). Basel.
- Van Eetvelde, G., B. Van Zwam, et al. (2008). *Praktijkboek duurzaam bedrijventerreinmanagement*, Vanden Broele Grafische Groep.
- Van Hulst, M. G. (2011). *Herstructurering bedrijventerreinen. Duurzaam, decentraal, samen. Startmanifestatie ECO2PROFIT*. Antwerpen.
- Van Kann, F. (2007). Energieneutraliteit als een ruimtelijke kwaliteit. *Agora* 2007(5).
- Van Kann, F. (2009). *Ander klimaat? Tijd voor geïntegreerde energie-ruimte landschappen! Plandag* Brussel, Brussel.
- Van Kann, F. (2010). Exergieplanning: energie een verstandige plek geven in de ruimtelijke ordening. In *Ruimtelijke ordening in crisis*. G. Bouma, F. Filius, H. Leinfelder en B. Waterhout. Amsterdam.
- Van Limpt, J. (2002). *Bedrijventerrein Hapert. Parkmanagement- en revitaliseringsonderzoek*.
- Van Lith, W. J. G., R. J. J. M. Kwantes, et al. (2001). *RiVu Parkmanagement. Beschrijving van een utility organisatie voor het project Duurzame Revitalisering Bedrijventerrein De Rietvelden - De Vutter - Veemarktkade*. T. A. B.V., Stichting RiVu.
- Van Orden, A. (2010a). Interview met Aad van Orden, senior relatiebeheerder bij de gemeente Apeldoorn, door Anton van Elburg. <http://www.energieoverheid.nl/2010/02/de-lessen-van-duurzaam-bedrijventerrein-de-ecofactorij/>. Geconsulteerd op 02/02/2010.
- Van Orden, A. (2010b). *Opzet van Ecofactorij Apeldoorn*.
- Van Reeth, b. (1983). *Het langdurige dat toeval mogelijk maakt en verbeelding*. In Bob van Reeth. Teksten van en over. M. De Kooning. Gent, Ghent University.
- Van Swigchem, J., I. De Keizer, et al. (2003). *Energieverkenning bestaande bedrijventerreinen in Zuid-Holland. Inschatting van het realistisch energiebesparingspotentieel op bedrijventerreinen*. Delft, CE Delft.
- Van Zwam, B., G. Van Eetvelde, et al. (2008). *Vlaamse bedrijven werken meer samen. Bedrijventerrein*.
- Vandevyvere, H. (2010). *Strategieën voor een verhoogde implementatie van duurzaam bouwen in Vlaanderen. Toepassing op het schaalniveau van het stadsfragment*.
- Vangeel, S., K. Aernouts, et al. (2010). *WKK-inventaris Vlaanderen 2009*, VITO.
- Vannieuwenborg, S. (2008). *Opzet windturbineproject bedrijventerrein Evolis*.
- Vannoni, C., R. Battisti, et al. (2008). Potential for solar heat in industrial processes.
- Vanwallegem, J. (2011). Experiences with an ORC to increase the energy efficiency in a municipal waste incineration. Workshop. Startmanifestatie ECO2PROFIT, Antwerpen.
- Vermeir, T. (2010). *Doorgaan met wankelende zekerheid*. In *Jaarboek Energierecht 2009*. K. Deketelaere en B. Delvaux, Intersentia.

- Verweij, K. (2009). Canon: trendsetter met integrale carbon footprint. Logistiek.nl.
- Viessmann (2006). Vakreeks Warmtepompen.
- Vlaamse Energieagentschap (2010). [www.energiesparen.be](http://www.energiesparen.be). Geconsulteerd op 29/09/2010.
- Vlaamse Milieumaatschappij (2010a). Milieurapport Vlaanderen. Indicatorenrapport 2010.
- Vlaamse Milieumaatschappij (2010b). Milieurapport Vlaanderen. [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be). Geconsulteerd op 10/08/2010.
- Vlaamse Milieumaatschappij (2009). Milieurapport Vlaanderen. Milieuverkenning 2030, Philippe D'Hondt, Vlaamse Milieumaatschappij.
- Vlaamse Overheid (2007). Handleiding Monitoringplan 2008-2012. Deel II: Operationeel Deel.
- Vlaamse Overheid (2009). Vlaanderen in Actie. Doorbraken 2020.
- Vlaamse Overheid (2010). Ruimtelijk beleidskader voor hernieuwbare energie. "Aanbevelingen vanuit het beleidsdomein ruimtelijke ordening". voorontwerp juni 2010.
- Vlaamse Overheid BedrijfsInformatie Platform (2011). Lokale Statistieken. [www.lokalestatistieken.be](http://www.lokalestatistieken.be). Geconsulteerd op 2/02/2011.
- Vlaamse Regering (2000). Decreet van 17 juli 2000 houdende de organisatie van de elektriciteitsmarkt. Belgisch Staatsblad.
- Vlaamse Regering (2002). Benchmarking-Convenant over energie-efficiëntie in de industrie van 29 november 2002.
- Vlaamse Regering (2003). Besluit van de Vlaamse Regering van 5 september 2003 houdende subsidiëring van bedrijventerreinen, wetenschapsparken en bedrijfsgebouwen. Belgisch Staatsblad 05/02/2004.
- Vlaamse Regering (2004). Besluit van de Vlaamse Regering van 5 maart 2004 inzake de bevordering van elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen. Belgisch Staatsblad.
- Vlaamse Regering (2005a). Auditconvenant over energie-efficiëntie in de industrie van 10 juni 2005.
- Vlaamse Regering (2005b). Besluit van de Vlaamse Regering van 11 maart 2005 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestaties en het binnenklimaat van gebouwen. Belgisch Staatsblad.
- Vlaamse Regering (2006). Omzendbrief: EME/2006/01- RO/2006/02. Afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines.
- Vlaamse Regering (2007a). Besluit van de Vlaamse Regering van 16 mei 2007 houdende subsidiëring van bedrijventerreinen. Belgisch Staatsblad.
- Vlaamse Regering (2007b). Ministerieel besluit van 1 oktober 2007 houdende de uitwerking van de CO2-neutraliteit op de bedrijventerreinen. Belgisch Staatsblad.
- Vlaamse Regering (2009a). Decreet van 8 mei 2009 houdende algemene bepalingen betreffende het energiebeleid. Belgisch Staatsblad.
- Vlaamse Regering (2009b). Gecoördineerde decreten Vlaamse Codex Ruimtelijk Ordening. Belgisch Staatsblad.
- Vlaamse Regering (2009c). Ministerieel besluit van 5 juni 2009 tot wijziging van artikelen 5, 6, 8, 10 en 11 van het ministerieel besluit van 1 oktober 2007 houdende de uitwerking van de CO2-neutraliteit op de bedrijventerreinen. Belgisch Staatsblad.
- Vlaamse Regering (2010). Besluit van de Vlaamse Regering van 19 november 2010 houdende algemene bepalingen over het energiebeleid. Belgisch Staatsblad.
- Vlaamse Reguleringinstantie voor de Elektriciteits- en Gasmarkt (2008). Mededeling van 2 december 2008 met betrekking tot de verplichtingen waaraan men moet voldoen bij de verkoop of levering in het Vlaams Gewest van ter plaatse uit hernieuwbare energiebronnen of kwalitatieve warmtekachoppeling opgewekte elektriciteit.
- Vlaamse Reguleringinstantie voor de Elektriciteits- en Gasmarkt (2009). Technisch Reglement Distributie Elektriciteit (TRDE).
- Vlaamsearchitectuur.be (2010). Betonkernactivering Hollandsch Huys Hasselt goed voor energiebesparing van 90%. [www.vlaamsearchitectuur.be](http://www.vlaamsearchitectuur.be). Geconsulteerd op 19/10/2010.
- Voka (2005). Steek Watt in je zak!
- Voka (2006). Ruimte om te ondernemen. Op zoek naar bedrijventerreinen in Vlaanderen.

- Voka (2007). CO2 neutraliteit op bedrijventerreinen - nieuwe verplichting buiten proportie. <http://www.voka.be/ruimtelijke-ordering/nieuws/Pages/CO2neutraliteitopbedrijventerreinenneweverplichtingbuitenproportie.asp>. Geconsulteerd op 30/03/2007.
- VREG (2010). Aantal verhandelde groenestroomcertificaten en gemiddelde prijs.
- VROM-raad (2006). Werklandschappen. Een regionale strategie voor bedrijventerreinen.
- Waldmann, A. en A. Keuc (2009). Making energy services SME attractive. Efficient implementation of energy services in small and medium sized enterprises - EFFI. Ljubljana.
- Wallner, H. P. (1999). Towards sustainable development of industry: networking, complexity and eco-clusters. *Journal of Cleaner Production* 7(1): 49-58.
- Weiss, W. (2007). Solar heat for industrial applications. European Union - Sustainable Energy Week. Brussels.
- Welzer, H. (2008). Klimakriege. Wofür im 21. Jahrhundert getötet wird. Frankfurt am Main, S. Fischer.
- Werner, S. (2006a). Ecoheatcool Work Package 1. The European heat market. Final Report.
- Werner, S. (2006b). Ecoheatcool Work Package 4. Possibilities with more district heating in Europe. Final Report.
- WES Onderzoek en Advies (2006a). Duurzame kwaliteit voor bedrijventerreinen. Deel 3: Draaiboek: 99.
- WES Onderzoek en Advies (2006b). Duurzame kwaliteit voor bedrijventerreinen. Deel 4: Analyse van 4 wvi-terreinen.
- WES Onderzoek en Advies en Universiteit Gent (2004). Duurzame kwaliteit voor bedrijventerreinen. Deel 1: Onderzoek naar de bestaande documentatie en praktijkvoorbeelden.
- WES Onderzoek en Advies en Universiteit Gent (2005). Duurzame kwaliteit voor bedrijventerreinen. Deel 2: Studie van instrumenten en structuren.
- WES Onderzoek en Advies, West-Vlaamse Intercommunale, et al. (2004). Handleiding voor het beheer van bedrijventerreinen.
- Wesselink, J.-W., J. Simons, et al. (2009). Jaarboek Beste Bedrijventerreinen / 2009, Elba Media.
- West-Vlaamse Intercommunale (2006a). Inrichtingplan Kazerne Lissewege. Ontwerp.
- West-Vlaamse Intercommunale (2006b). Inrichtingplan Kazerne Lissewege. Ontwerp.
- West-Vlaamse intercommunale (2009a). Deelplan CO2-neutraliteit site Kazerne Lissewege, Lissewege.
- West-Vlaamse Intercommunale (2009b). Dienstverleningsopdracht voor de opmaak van een business plan voor grootschalige energie-installaties in het kader van een CO2-neutraal bedrijventerrein van wvi. Belgisch Staatsblad.
- West-Vlaamse Intercommunale (2009c). Wvi-info oktober 2009.
- Wetzels, W. (2010). Benutting restwarmte, Energieonderzoek Centrum Nederland,.
- Wijnker, P. J. en J. C. T. M. Doorakkers (1998). Duurzame bedrijventerreinen. Handreiking voor het management van bedrijven en overheid. Den Haag, KPMG N.V., ETIN Adviseurs, DHV Milieu & Infrastructuur.
- World Business Council for Sustainable Development en World Resources Institute (2004). The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard.
- World Commission on Environment and Development (1987). Our Common Future. Oxford, Oxford University Press.
- World Resources Institute (2007). The Greenhouse Gas Protocol. Guidelines for quantifying GHG reductions from grid-connected electricity projects.
- World Steel Association (2009). Breaking through the technology barriers. Steel producers are researching new production technologies that would radically reduce their environmental footprint.
- WWF International, Ecofys, et al. (2011). The energy report, 100% renewable energy by 2050.
- Zeeland Seaports (2011). Biopark Terneuzen. [www.bioparkterneuzen.com](http://www.bioparkterneuzen.com). Geconsulteerd op 5/04/2011.
- Zinko, H., B. Bøhm, et al. (2008). District heating distribution in areas with low heat demand density, International Energy Agency Implementing Agreement on District Heating and Cooling including the integration of CHP.



Zuliani, M. (2010). Greenbridge energieconcept, Ingenium.



*Dit boek werd in 100 exemplaren gedrukt.  
Alle CO<sub>2</sub>-emissies uitgestoten door het verbruik van het papier,  
het energiegebruik van het printen, het inktverbruik,  
het transport, het veroorzaakte afval en de afvalverwerking  
werden geneutraliseerd door een Gold Standard emissierecht.  
De kostprijs hiervoor bedroeg 22 €ct. per exemplaar (excl. btw).  
Met dank aan CO<sub>2</sub>Logic.*